



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Degradación de la magnitud de fuerza de elásticos
intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según
el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

César Cerzinho MENDOZA GUERRERO

ASESOR

Tomás Oriel ORELLANA MANRIQUE

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Mendoza C. Degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro [Tesis de bachiller]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2018.



12018A

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el catorce de noviembre del 2018, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller:

MENDOZA GUERRERO, César Cerzinho

CERTIFICAN :

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES DE DIFERENTES MARCAS, EVALUADOS SEGÚN EL TIEMPO DE USO EN ORTODONCIA: ESTUDIO IN VITRO » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: sobresaliente, siendo calificado con un promedio de: veinte 20

(en letras)

(en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los catorce días del mes de noviembre del dos mil dieciocho.

PRESIDENTE DEL JURADO

C.D. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

MIEMBRO

Mg. Manuel Gustavo Chávez Sevillano

MIEMBRO (ASESOR)

Mg. Tomás Oriel Orellana Manrique

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios : Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Esp. C.D. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

PRESIDENTE

Mg. Esp. Manuel Gustavo Chávez Sevillano

MIEMBRO

Mg. C.D. Tomás Oriel Orellana Manrique

MIEMBRO ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor, apoyo y orientarme durante todo este tiempo.

A mi familia, por todo su amor incondicional que siempre me brindaron.

A todos mis amigos por su ayuda, colaboración y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Tomás Oriel Orellana Manrique, docente de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su ayuda, asesoría y apoyo constante en la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. Luciano Soldevilla Galarza, docente de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su asesoría y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. Manuel Gustavo Chávez Sevillano, docente de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su asesoría y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

A la Dra. Sofía Espinoza Escajadillo, docente de Bioquímica Aplicada de la facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por brindarme las facilidades para el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Teresa Evaristo Chiyong, docente de Bioestadística de la facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su valiosa ayuda en la elaboración y desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Armado Noli Lazo y al Dr. Hugo Luque luque, docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la motivación que me brindaron.

A Sergio Romero Puertas, por la colaboración y apoyo durante la ejecución de esta investigación.

A todos mis amigos por su compañerismo, amistad y apoyo en todo momento, me brindaron ánimos durante el transcurso de la investigación.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar entre diferentes marcas la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16" de fuerza media. Se utilizaron 40 elásticos por grupo haciendo un total de 160; se midieron sus fuerzas iniciales en seco antes de ser sumergidos en saliva artificial a 37C°. Los elásticos se colocaron en una tabla con pines metálicos que estaban separados 14.2 mm (03 veces el diámetro interno del elástico) y se sumergieron durante 5, 10 y 24 horas; durante cada uno de estos periodos se realizaron mediciones con un dinamómetro (Correx 250g suizo). Para el análisis estadístico se emplearon pruebas paramétricas (ANOVA y post hoc Games Howell). De los resultados se obtuvieron que existen diferencias significativas ($p < 0.005$) entre las diferentes marcas en todos los intervalos de tiempo. La degradación de la magnitud de fuerza después de haber transcurrido 5 horas fue de 19.13%, 15.18%, 14.37%, 12.52%, después de 10 horas fue de 21.7%, 17.69%, 16.40%, 14.52% y después de 24 horas fue de 25.05%, 21.71%, 21.01, 17.51% (GAC, ORMCO, G&H Y AZDENT). Se concluyó que existen diferencias de degradación de fuerza entre las diferentes marcas de elásticos durante el tiempo que estuvieron extendidos y expuestos a saliva artificial.

Palabras clave: Ortodoncia, elásticos intermaxilares, magnitud de fuerza, degradación.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the strength degradation of intermaxillary elastics 3/16 "of average strength between different brands. 40 elastics were used per group making a total of 160 elastics; their initial strengths were measured in dry before being immersed in artificial saliva to 37 °C. The elastics were placed on a table with metal pins that were separated 14.2 mm (3 times the internal diameter of the elastic) and immersed for 5, 10 and 24 hours, during each of these periods were measured with a dynamometer (Correx 250g Swiss). For the statistical analysis were used Parametric tests (ANOVA and post hoc Games Howell). The results showed there are significant differences ($p < 0.005$) between the different brands in all the time intervals. The degradations of the magnitudes of force after having spent 5 hours were 19.13%, 15.18%, 14.37%, 12.52%; after 10 hours, 21.7%, 17.69%, 16.40%, 14.52%; and after 24 hours, 25.05%, 21.71%, 21.01, 17.51% (GAC, ORMCO, G & H and AZDENT). It was concluded that there are differences in strength degradation between the different brands of elastics during the time they were extended and exposed to artificial saliva.

Key words: Orthodontics, intermaxillary elastics, magnitude of force, degradation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1 ÁREA PROBLEMA	15
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.4 OBJETIVO	18
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
1.6 LIMITACIONES	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES	22
2.2 BASES TEÓRICAS	34
2.2.1 HISTORIA DE LOS ELÁSTICOS EN ORTODONCIA	34
2.2.2 ELÁSTICOS DENTALES – CONCEPTOS GENERALES	36
2.2.3 COMPOSICIÓN DE LOS ELÁSTICOS DE LÁTEX	37
2.2.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS	38
2.2.5 PRESENTACIONES DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES	39
2.2.6 APLICACIONES CLÍNICAS	41

2.2.7	VENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS.....	41
2.2.8	DESVENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS	42
2.2.9	FUERZA IDEAL PARA PRODUCIR EL MOVIMIENTO DENTAL	42
2.2.10	CLASIFICACIÓN DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES	46
2.2.11	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PÉRDIDA DE FUERZA DE LOS ELÁSTICOS.....	58
2.2.12	MARCAS COMERCIALES.....	61
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	63
2.4	HIPÓTESIS.....	64
2.4.1	HIPÓTESIS ALTERNA.....	64
2.4.2	HIPÓTESIS NULA.....	64
2.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	65
III.	METODOLOGÍA	66
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	66
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
3.3	PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA	68
3.3.1	CALIBRACIÓN DEL INVESTIGADOR	68
3.4	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	70
3.5	ANÁLISIS DE DATOS.....	70

IV. RESULTADOS	71
V. DISCUSIÓN	95
VI. CONCLUSIONES	99
VII. RECOMENDACIONES	100
VII. BIBLIOGRAFÍA	101
VIII. ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA GAC DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	71
TABLA 2. DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZA DE LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA GAC DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	73
TABLA 3. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA ORMCO DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	75
TABLA 4. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA ORMCO DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	77
TABLA 5. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA AZDENT DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS	79
TABLA 6. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA AZDENT DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	81
TABLA 7. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA G&H DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	83
TABLA 8. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA G&H DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	85
TABLA 9. COMPARACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 5 HORAS.	88
TABLA 10. COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 5 HORAS.....	89

TABLA 11. COMPARACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 10 HORAS.....	90
TABLA 12. COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 10 HORAS.....	91
TABLA 13. COMPARACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 24 HORAS.....	92
TABLA 14. COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DESPUÉS DE TRASCURRIDO LAS 24 HORAS.....	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA GAC DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	72
GRÁFICO 2. DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZA DE LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA GAC DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	73
GRÁFICO 3. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA ORMCO DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	75
GRÁFICO 4. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA ORMCO DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.	78
GRÁFICO 5. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA AZDENT DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS	82
GRÁFICO 6. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA AZDENT DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	81
GRÁFICO 7. FUERZA GENERADA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA G&H DESPUÉS DE 0, 5, 10 Y 24 HORAS.	83
GRÁFICO 8. PORCENTAJE DE FUERZA PERDIDA POR LOS ELÁSTICOS DE LA MARCA G&H DESPUÉS DE 5, 10 Y 24 HORAS.....	85
GRÁFICO 9. COMPARACIÓN DE LA PÉRDIDA DE FUERZA PORCENTUAL EN LOS DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO ENTRE LAS CUATRO MARCAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES.	87
GRÁFICO 10. GRÁFICO DE LÍNEAS COMPARANDO LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES 3/16" ENTRE LAS MARCAS GAC, ORMCO, AZADENT Y G&H DURANTE EL TRASCURSO DE LAS 24 HORAS. .	94

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA QUÍMICA DEL CAUCHO NATURAL.....	37
FIGURA 2. DIÁMETRO DE LOS ELÁSTICOS QUE MÁS SE UTILIZAN EN ORTODONCIA	41
FIGURA 3. ELÁSTICOS INTERMAXILARES CLASE II	50
FIGURA 4. ELÁSTICOS INTERMAXILARES CLASE III	52
FIGURA 5. ELÁSTICOS RECTANGULARES O EN CAJA	53
FIGURA 6. ELÁSTICOS VERTICALES.....	54
FIGURA 7. ELÁSTICOS EN M.....	55
FIGURA 8. ELÁSTICOS INTERMAXILARES EN ACORDIÓN	56
FIGURA 9. ELÁSTICOS INTERMAXILARES TRIANGULARES DE CLASE II	56
FIGURA 10. ELÁSTICOS INTERMAXILARES TRIANGULARES DE CLASE III	57

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia es una especialidad de la odontología que busca devolver al paciente una adecuada función, en oclusión y estética, para lo cual estudia el posicionamiento del hueso maxilar y mandibular; así como de la relación que hay entre los dientes de toda la cavidad bucal. En la búsqueda de devolver un contacto y una relación adecuada entre los dientes durante tratamiento de ortodoncia, se usan materiales auxiliares como los elásticos intermaxilares. Estos pueden ser de látex o sintéticos y existen de diferentes medidas y marcas.

Los elásticos intermaxilares al entrar en contacto con el medio acuoso van perdiendo fuerza con el tiempo, siendo las de látex las que pierden menos fuerza que las libre de látex. Se ha demostrado que los elásticos sufren fatiga y pierden hasta en un promedio de 25% a 30% en un intervalo de 24 horas al estar en un medio húmedo.

Este estudio busca evaluar y determinar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas. Se eligieron las marcas GAC, ORMCO, G&H y AZDENT ya que están entre los más usados en el mercado peruano, estos serán evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia. Se realizará un estudio in vitro en el cual sumergiremos los elásticos de las diferentes marcas por un periodo de 24 horas. Durante este periodo de tiempo se realizarán 04 mediciones de fuerza de los elásticos los cuales serán a las 0h, 5h, 10h y 24h; todas las mediciones se realizarán con un dinamómetro Correx - 250gr. Finalmente se analizará la degradación que cada marca posee y así se evaluará si existen diferencias significativas en la degradación de la fuerza entre las diferentes marcas. Gracias a los resultados que se obtendrán se espera aportar información que permita al ortodoncista seleccionar de manera acertada la marca que expendia ligas intermaxilares con menor degradación de la fuerza en función del tiempo.

**DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZA DE ELÁSTICOS
INTERMAXILARES DE DIFERENTES MARCAS, EVALUADOS SEGÚN EL
TIEMPO DE USO EN ORTODONCIA: ESTUDIO IN VITRO**

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ÁREA PROBLEMA

Las maloclusiones son problemas de salud pública que se presentan en la práctica la clínica. Según la OMS ocupa el tercer lugar como problema de salud bucal, después de caries y enfermedad periodontal. En el Perú, tiene una prevalencia del 70%.^{(1) (2)}

La ortodoncia trata de corregir estas maloclusiones usando diferentes tipos de aparatos y materiales auxiliares para su corrección. El uso adecuado de los materiales ortodónticos es importante, porque de ello depende el éxito del tratamiento. Estos materiales los podemos dividir en: pasivos y activos, entre éstos últimos están los elásticos de ortodoncia.^{(3) (4)}

Los elásticos intermaxilares son recursos importantes en el tratamiento ortodóntico, los cuales puede ser de látex o sintéticos (poliuretano).⁽⁵⁾ Son una fuente de fuerza y son utilizados como componentes activos de la terapia de ortodoncia desde hace algunas décadas.^{(6) (7)} Son utilizados en el movimiento dentario para corregir discrepancias transversales, en sentido anteroposterior, líneas medias dentales, relaciones inter arcos y mordidas abiertas de tipo dental. Se utilizan también para ajustes en las etapas de finalización del tratamiento de ortodoncia y también en el uso de aparatos extra orales. Los elásticos son un material muy útil por sus múltiples ventajas que incluyen su alta flexibilidad, bajo costo, y una gran capacidad para retornar a sus dimensiones originales después de una deformación sustancial; además que es fácil para el propio paciente cambiar los elásticos y mantener una adecuada higiene oral.⁽⁸⁾

Los elásticos presentan algunas desventajas ya que requieren una gran colaboración del paciente y presentan una pérdida rápida de la fuerza inicial. Ha sido un hallazgo común de investigaciones que los elásticos de látex en un medio acuoso u oral pierden entre el 10% y el 30% de su fuerza inicial en un lapso de tiempo de 30 minutos y 24 horas después de su aplicación.^{(6) (8) (4) (9)} Entonces cuando mayor tiempo permanezca en boca, mayor será el desgaste que sufra el material y la fuerza de las ligas disminuirá. Esto hace que sea importante que se evalúe la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilar según el tiempo empleado en ortodoncia, además cómo estas varían entre fabricantes. Entre las marcas disponibles en nuestro mercado tenemos GAC, ORMCO y G&H entre las más comerciales, además tenemos la marca AZDENT de procedencia china.

Un estudio ipsos de PayPal, que es una de las más grandes compañías de pago por internet en el mundo, realizado el 2016 indica que el Perú es el segundo país que realiza más compras por internet y China es el principal destino de los compradores de América Latina. Paypal es una forma segura de realizar compras en internet, es por esto que la compra de elásticos intermaxilares chinos al ser un producto de bajo costo a diferencia de otras marcas instaría a que odontólogos realicen compras de tiendas virtuales como eBay.⁽¹⁰⁾ Es por esto que se incluye a la marca AZDENT de procedencia china para esta investigación, ya que se desconoce el nivel de degradación que esta posee.

Esta investigación buscará establecer si existen diferencias significativas en la degradación de la fuerza de las ligas intermaxilares según la marca. Gracias a los resultados que se obtendrán se espera aportar información que permita al ortodoncista seleccionar de manera acertada la marca de ligas intermaxilares con menor degradación de la fuerza en función del tiempo, o en su defecto seleccionar una marca de ligas con valores de degradación en concordancia con las necesidades de cada paciente.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En la biomecánica de la ortodoncia muchas veces se involucra el uso de elásticos intermaxilares para la corrección de discrepancias sagitales y verticales, como para la intercuspidación dental. El ortodoncista debe de conocer las características de los diferentes elásticos y su rango de extensión. Los fabricantes indican una fuerza en su envase, el cual se obtiene al estirar 03 veces el diámetro interno del elástico intermaxilar.⁽¹¹⁾ Sin embargo, estas especificaciones puede que no sean ciertas y que no se relacionen clínicamente con el uso de estos elásticos.^{(12) (13)}

Se ha demostrado que todos los materiales elastómeros sufren fatiga y que el medio oral puede influir reduciendo su eficacia en un promedio de 25-30% en un intervalo de 24 horas, causando la deformación y reduciendo la fuerza.⁽¹⁴⁾ Determinar esta degradación de la fuerza en tres momentos del día en la que el paciente se los retira para ingerir sus alimentos, permitirá al ortodoncista conocer la degradación de la magnitud de la fuerza generada por los elásticos y cómo estas magnitudes van disminuyendo en el tiempo para así poder efectuar un eficiente tratamiento con sustento científico.

Entre las diferentes medidas que existen de elásticos intermaxilares, el elástico 3/16" de fuerza media, que varía entre 4 y 4.5 oz dependiendo de la marca, es una de las medidas que se usan con regularidad.

El conocimiento de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos según el tiempo empleado en ortodoncia y cómo varían estos de acuerdo a la marca de elástico, permitiría al ortodoncista elegir un elástico con características de fuerza de extensión que serían más adecuados para el movimiento dental de acuerdo al tratamiento requerido. Esto significa que el ortodoncista debería conocer las características de la fuerza de extensión de la gama de elásticos a su disposición y de los que comúnmente usa en la práctica clínica; y de esta manera

entender mejor las respuestas clínicas que ocurren para optimizar la calidad del tratamiento.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe diferencia en la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro?

1.4 OBJETIVO

1.4.1 GENERAL

Determinar la diferencia de degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de la marca GAC, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia.
- Determinar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de la marca ORMCO, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia.
- Determinar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de la marca G&H, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia.

- Determinar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de la marca AZDENT, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia.
- Comparar la degradación de la magnitud de fuerza entre elásticos intermaxilares de las marcas GAC, ORMO, G&H Y AZDENT, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Los elásticos intermaxilares son empleados en el tratamiento de ortodoncia para la extrusión individual de los dientes, para mejorar la intercuspidación y/o desplazar dientes sobre arcos rígidos. Estos movimientos son realizados por un sistema de fuerzas de resistencia interna de los elásticos, que se van deteriorando en un corto tiempo. El deterioro de la resistencia interna o la degradación de la fuerza elástica se genera cuando está se estira por un tiempo prolongado y además cuando se encuentra en un medio húmedo como la saliva.

En nuestro medio existen diferentes marcas dentales que proveen de estos elásticos intermaxilares, entre estos tenemos a GAC, ORMCO, G&H y AZDENT. Las especificaciones del fabricante indican que la fuerza liberada se produce al estirar los elásticos 3 veces el tamaño de su diámetro interno. Sin embargo, estas especificaciones puede que no sean ciertas y que no se relacione clínicamente con el uso de estos elásticos.

Los elásticos AZDENT de procedencia china los cuales son de fácil adquisición y de menor costo, pero del cual se desconocen su nivel de degradación de fuerza elástica cuando están sometido a una extensión y a un medio húmedo.

Conocer el comportamiento de este elástico podrá mejorar su uso en el tratamiento de ortodoncia.

El estudio determinará si existen diferencias significativas entre la magnitud de la degradación de las fuerzas de los elásticos de látex de ortodoncia de acuerdo al tiempo usado en ortodoncia, con la finalidad de conocer mejor su desempeño. El estudio beneficiará al ortodoncista, el cual tendrá conocimiento sobre las propiedades físicas de los elásticos de látex, para así aumentar la capacidad de solucionar los casos en menor tiempo, y poder realizar las mejores indicaciones sobre su uso a los pacientes. También beneficiará al paciente quien recibirá el tratamiento ortodóntico con mejores resultados, en el tiempo necesario y sin daño alguno. Entonces el ortodoncista tendrá a disposición información científica que respalde su criterio, así como también brindará indicaciones adecuadas a los pacientes; para así lograr una mejor práctica ortodóntica.

Los resultados esperados en la presente investigación serán unidades estadísticas que demostraran si existen diferencias significativas en la degradación de la fuerza de las ligas intermaxilares en función a la marca. Gracias a los resultados que se obtendrán se espera aportar información de carácter crítico que permita a los ortodoncistas seleccionar de manera acertada la marca que expendan ligas intermaxilares con menor degradación de la fuerza en función del tiempo, en su defecto seleccionar una marca de ligas con valores de degradación de fuerza en función del tiempo en concordancia con las necesidades de cada paciente. Además, aportada datos que se puedan usar para futuras investigaciones.

1.6 LIMITACIONES

El presente trabajo tiene como limitación no poder imitar de manera similar las condiciones presentes en la cavidad bucal tal como presencia de microorganismos. Además, los tiempos que se utilizaran son tomados como referencia las comidas principales que consumen los pacientes normalmente durante el día (desayuno, almuerzo y cena) sin tomar en cuenta que entre ellas puede realizar algún consumo de un alimento adicional.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES:

KANCHANA Y GODFREY (2000) realizaron una investigación para determinar las características de extensión y degradación de elásticos de látex de ortodoncia. Evaluaron 4 marcas Unitek,Ormco (3/16" ,1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2 oz, 3.5 oz y 6 oz), Tomy (3/16" ,1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2.7 oz, 4 oz y 6 oz) y Dentaurem (1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2.5 oz y 4.5 oz). Se formaron quince muestras de cada tamaño, lo que arrojó un total de 465 elásticos para la prueba en seco y 880 elásticos en total para la prueba húmeda, para lo cual se usó agua destilada a 37°C. Se usó una máquina de prueba Instron para realizar las mediciones de fuerza a las distancias de 15, 20, 25, 35, 45 y 55 mm en pruebas en seco; de 20 a 40 mm para las pruebas en condiciones húmedas. En general, los porcentajes de degradación de la fuerza fueron de aproximadamente 29.9% durante la primera hora, aumentando a 32.6% a las 24 horas, y 36.2% al final del período de 3 días. ⁽¹⁵⁾

RUSSELL K. et al. (2001) evaluaron las propiedades mecánicas de los elásticos de ortodoncia de látex y sin látex. La muestra consistió en 72 elásticos, se formaron 4 grupos con las marcas GAC y Masel (elásticos de látex y libre de látex, de 1/4" de diámetro de fuerza ligera, media y pesada). Las propiedades analizadas fueron: área de sección transversal, fuerza de ruptura, fuerzas de degradación, pico de estrés y relajación de la carga en 24 horas. Los resultados fueron que los elásticos sin látex GAC presentaron mayor fuerza de ruptura que los elásticos sin látex Masel y los elásticos de látex Masel presentan mayor fuerza de ruptura que los elásticos sin látex Masel, los elásticos de látex Masel fueron más viscoelásticos que los elásticos de GAC. La fuerza generada por los elásticos

después de 24 horas fue aproximadamente de 75% (de látex GAC, látex Masel y sin látex Masel) y de 60% para los elásticos sin látex GAC. Se puede concluir que existen diferencias significativas entre las propiedades de los elásticos de látex y sin látex, presentando los elásticos de látex mejores propiedades, por lo que la elección clínica debe basarse en la historia clínica del paciente y antecedentes de alergias de este material. ⁽¹⁶⁾

KERSEY LM et al. (2003) compararon los elásticos de látex y no látex de ortodoncia en pruebas estáticas y dinámicas. La muestra consistió en dos grupos de 12 elásticos de la marca American Orthodontics de 1 / 4" de 4.5 oz, las cuales fueron sumergidas en agua destilada a 37°C. Para la muestra estática se estiraron los elásticos 03 veces su diámetro y para la prueba dinámica se usó un aparato diseñado por los autores y hecho a la medida en el cual se estiraron un adicional de 24,7 mm, con una frecuencia de 01 ciclo / min. Las fuerzas generadas por los elásticos se registraron inmediatamente después de que se colocaron en el aparato y en 0.5, 1, 1.5, 2, 4, 8, 16 y 24 horas. Se encontró diferencia significativa entre las pruebas dinámicas y estáticas a los 30 minutos. El porcentaje de fuerza inicial restante después de las 24 horas fue del 75% para los elásticos de látex en ciclos dinámicos en comparación con el 83% para los elásticos de látex evaluados estáticamente. ⁽¹⁷⁾

KERSEY LM et al. (2003) compararon 4 marcas de elásticos no látex de ortodoncia con respecto a la fuerza inicial producida y la disminución de la fuerza durante un período de 24 horas. Se utilizaron elásticos de 1 / 4" con una fuerza de 4 a 4.5 oz (113g /127.5g) de las marcas American Orthodontics, Ortho Organizers, GAC internacional y Masel. Para realizar la medición y los movimientos cíclicos se diseñó y fabricó un aparato, el cual poseía un tanque con agua destilada a 37°C

donde estarían los elásticos sumergidos. Los elásticos no látex evaluados en el estudio demostraron una degradación de la fuerza del 20% al 30% a la primera hora y del 40% al 60% a las 24 horas. American Orthodontics, Ortho Organizers y Masel generaron una fuerza significativamente menor que la comercializada a una extensión de tres veces su diámetro interno a diferencia de la marca GAC que generó fuerzas significativamente más altas que su medida comercializada a una extensión de 3 veces el diámetro interno. ⁽¹³⁾

GIOKA C et al. (2006) realizaron un estudio para evaluar la fuerza de relajación de los elásticos de látex que ocurre dentro de las 24 horas de extensión y estimar la extensión requerida para alcanzar la fuerza informada. Se utilizaron elásticos OrthoTechnology (3/16" de 4.5 oz y 6.5 oz, 5/16" de 6 oz), Glenroe (1/4" de 3.5 oz, 3/16" de 3.5 y 4.5 oz) y Ormco (5/16 de 6 oz); cada elástico se estiro según la información que indicaba el fabricante. Los elásticos 3/16" de 4.5 oz a las 24 horas llegaron a tener 25.4% de relajación. Se llegó a la conclusión que la fuerza de los elásticos de látex tiene un porcentaje de relajación del 25% durante las primeras 24 horas y la mayor parte de la relajación se produjo dentro de las 3-5 horas después de la extensión, independientemente de su tamaño o fuerza. Además, la regla empírica de estirar " 3 veces su diámetro " para llegar a la fuerza del fabricante, no se aplica a todos los casos y muestra una variación entre 2.7 a 5.

(12)

WANG T et al. (2007) evaluaron la fuerza de degradación de los elásticos de látex en un estudio in vivo e in vitro. La muestra consistió en elásticos de 3/16 de la marca 3M y 12 estudiantes (entre 12 y 15 años de edad) donde se realizaron tracciones intermaxilares e intramaxilares. Se dividieron 4 grupos de los estudiantes; grupo A y B: tracción intermaxilar y grupo C y D: tracción intramaxilar.

Con los elásticos se formaron dos grupos: grupo E para condiciones húmedas (saliva artificial a 37°C) y grupo F para condiciones secas. El registro de las fuerzas se realizó en intervalos de 0.5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 horas. Los resultados mostraron que, en la tracción intermaxilar, el porcentaje de fuerza inicial restante después 24 horas fue de poco más de 70% y después de 48 horas fue del 61%, en cuanto a la tracción intramaxilar en paciente y en la saliva artificial, el porcentaje de fuerza restante fue del 71%, y en condiciones de secas permaneció 86% de la fuerza inicial. Llegaron a la conclusión que la disminución de la fuerza es afectada por varias condiciones del ambiente, la degradación de fuerza más significativa se produjo en la media hora, siendo más evidente en las tracciones intermaxilares que en las intramaxilares. ⁽⁶⁾

VECCHIONACCE A (2009) realizó un estudio comparativo in vitro de la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares usados en ortodoncia de acuerdo a la marca y en medios húmedos y secos. Se utilizaron 360 elásticos intermaxilares que fueron distribuidos en 24 grupos. Se usaron elásticos de 1/8" y 3/16" de la marca OrthoOrganizers y American Orthodontics, los cuales fueron sometidos a 3 medios: medio seco, en saliva artificial y en coca cola durante 12 y 24 horas. Se determinó que los elásticos intermaxilares de 1/8" y 3/16" de ambas marcas después de las 12 y 24 horas fue necesario aplicarles una mayor cantidad de deformación para expresar su fuerza que indica en el envase. La marca American Orthodontics tuvo un comportamiento menos estable y el consumo de denta diaria de sustancias corrosivas como la coca cola altera las propiedades físicas de los elásticos lo que sería necesario indicar su reemplazo a las 12 horas de uso. ⁽¹⁸⁾

SAUGET P et al. (2011) realizaron un estudio para evaluar la influencia de los niveles de pH en las propiedades mecánicas (degradación de la fuerza) y

biológicas (grado de citotoxicidad) de los elásticos de ortodoncia de látex y libres de látex. Se usaron como muestra elásticos intermaxilares 3/16" de 6oz que fueron estirados 25 mm y se mantuvieron durante 10 segundos, 4, 8 y 12 horas en soluciones de saliva artificial con niveles de pH de 5.0, 6.0 y 7.5. Se encontró que los elásticos en American orthodontics a un pH de 7.5 después de las primeras 4 horas perdieron el 18% de su fuerza inicial. Se llegó a la conclusión después de evaluar todos los grupos que no había correlación significativa entre el pH, la degradación de la fuerza y la citotoxicidad. El tiempo de uso y las imperfecciones en forma de elásticos tuvieron más influencia y contribuyeron a la variabilidad en los resultados. ⁽¹⁹⁾

FERNANDES JD et al. (2011) evaluaron las características de la fuerza de degradación de los elásticos de látex de diferentes marcas. Se utilizó una muestra de 15 elásticos por grupo de las marcas American Orthodontics (AO), TP y Morelli (en medidas de 3/16", 1/4 "y 5/16" de fuerza media); evaluados a 5 intervalos de tiempo haciendo un total de 750 elásticos. Se diseñó un aparato para simular entornos orales durante el estiramiento elástico (agua desionizada a 37°C). Los elásticos se estiraron a una distancia de 30 mm. Los resultados que se obtuvieron fueron que los elásticos 3/16" después de 24h de haber transcurrido el tiempo tuvo una degradación de fuerza de 17% para la marca Morelli, 21% para la marca American Orthodontics y 22% para la marca TP. Se observó además que los elásticos Morelli mantuvieron las cargas más grandes para las medidas 3/16", 1 /4" y 5/16", los elásticos TP mantenían mayores cargas que los elásticos AO para los elásticos 3/16" y 1/4", excepto a las 6 horas. En un resumen general, las relaciones entre cargas durante el período de 24 horas fueron las siguientes: AO < Morelli < TP para elásticos 3/16", AO < TP < Morelli para elásticos 1 /4" y TP < AO < Morelli para elásticos 5/16". Se concluyó que la degradación de la fuerza ocurre

dentro de las primeras 3 horas después de la extensión, independientemente del tamaño y del fabricante de los elásticos.⁽⁸⁾

LACERDA DS, MELO PM, VILLENA RM (2012) realizaron un estudio para evaluar la influencia de los niveles de pH en los elásticos intermaxilares con respecto a la fuerza de degradación y la citotoxicidad. La muestra estaba conformada por dos grupos de elásticos (un grupo de látex y el otro sin látex) que fueron estirados 25 mm y se mantuvieron durante 1, 6, 12 y 24 horas en soluciones de saliva artificial con niveles de pH de 5.0, 6.0, y 7.5. El ensayo de toxicidad se realizó con cultivos celulares que fueron sometidos a prueba de viabilidad celular. Los resultados indican que las interacciones entre el grupo pH y tiempo no mostraron diferencias significativas; el ensayo de toxicidad mostro que encontraron que la lisis celular era 50% más alta para los elásticos de látex en comparación con el tipo libre de látex a lo largo de todo el experimento. Se concluyó que no hay correlación significativa ente el pH, fuerza de degradación y citotoxicidad.⁽²⁰⁾

VIANA VC et al. (2013) comparó la degradación de la fuerza de los elásticos intraorales de ortodoncia de diferente composición. Utilizó una muestra de 840 elásticos (420 látex y 420 sintéticos) con un diámetro interno 1/8", 3/16", 1/4" y 5/16", los cuales se dividieron en 7 grupos de acuerdo al tiempo (inicio, 1h, 12h, 24h, 48h, 72h y 120h), 6 grupos se sumergieron en agua destilada a 37°C. Para medir la fuerza de cada grupo los elásticos se realizaron 6 aumentos del 100% de su diámetro interno con una maquina (Emic), la cual también hizo el registro de la fuerza. Los elásticos 3/16" extendidos 3x su diámetro interno al cabo de 24 horas perdieron 14% de su fuerza inicial. Todos los elásticos sintéticos de tamaños 3/16", 1/4 " y 5/16 " se rompieron a las 72 horas. De los resultados se obtuvo que Los

elásticos de látex estudiados mostraron un buen rendimiento mecánico en comparación con los elásticos sintéticos. ⁽²¹⁾

LEÃO J et al. (2013) evaluaron los efectos de diferentes bebidas frecuentes en la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares de látex, en un estudio in vitro. Se utilizó una muestra de 180 elásticos de 1/4" que fueron sumergidos en 6 bebidas: Coca Cola, cerveza, zumo de naranja, vino tinto, café y saliva artificial (control) los cuales se sometieron a 5 ciclos de inmersión y se midió la fuerza después de cada ciclo. Se observó que no hubo diferencias significativas entre los grupos en los mismos periodos de tiempo. Se encontró un mayor grado de degradación en los periodos iniciales que fue disminuyendo gradualmente con el tiempo en todos los grupos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en los mismos períodos, lo que muestra que los diferentes grupos se comportaron de manera similar. ⁽²²⁾

GAGURDE et al. (2013) compararon la degradación de la fuerza de elásticos producidos por cuatro fabricantes en diferentes extensiones y en intervalos regulares. Para este estudio se usaron elásticos de 5/16" y 1/4" de fuerza media de cuatro marcas HP, JJ, TP y AO. Los elásticos se estiraron dos veces, tres veces el diámetro interior y a una distancia fija de 25 mm. Los elásticos se estiraron a distancias específicas y luego se sumergieron en saliva artificial y se controlaron después de 24 y 48 h. Se usó un medidor de fuerza Correx-Indú (rango de medición 25 – 250 g). Se encontró que los valores de fuerza obtenidos en este estudio con una extensión de 3 x se encontraron más cerca de los valores de fuerza mencionados por el fabricante que en lugar de valores de fuerza en medidos en 2 x. ⁽²³⁾

ALAVI et al. (2014) compararon la fuerza inicial y la pérdida de fuerza de tres marcas de elásticos en 24 horas. Para este estudio se utilizaron 60 elásticos sin

látex de 3/16" médium de las marcas Forestadent, Dentaureum y Ortho Technology. Se realizaron dos pruebas estáticas, la primera en un ambiente seco para evaluar la fuerza inicial y la otra en un entorno húmedo (saliva artificial) para evaluar la pérdida de fuerza en 24 horas. La máquina de prueba Universal midió las fuerzas después de estirar los elásticos hasta tres veces el diámetro del lumen. Los resultados que se obtuvieron fue que después de una hora se produjo una pérdida de fuerza de los elásticos entre 4 - 7,5%, después de las 24 horas se produjo una pérdida de 37% para la marca Forestadent, 19% para la marca OrthoTechnology y 22% para la marca Dentaureum. Se concluyó que la marca Forestadent tuvo mayor pérdida de fuerza seguido por la marca Dentaureum después de transcurridas 24 horas. ⁽²⁴⁾

FARFAN RM (2014) evaluó la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex. Se utilizaron elásticos 3/16" de 6 oz de la marca OrthoClassic los cuales fueron divididos en grupos de 30 para cada intervalo de tiempo. La fuerza de los elásticos se registró antes de ser sumergidos en agua destilada a 37C° y después de cada uno de los intervalos que fueron a 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Se obtuvo de resultado que transcurrido las 6 y 24 horas se produjo una degradación de fuerza del 18.22% y 23.4% para los elásticos de látex respectivamente, 44.4% y 56% para el grupo de elásticos libres de látex. Se concluyó hubo una mayor degradación en los elásticos de no látex, y que la mayor degradación se produjo durante la primera hora ambos elásticos. ⁽²⁵⁾

FERNÁNDEZ PM (2014) evaluó la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia. Se utilizaron 60 unidades de látex de ortodoncia de la marca GAC y fueron divididos en 3 grupos: 20 para 1/8", 20 para 3/16" y 20 para 1/4". Los elásticos fueron estirados 3 veces su diámetro interno y medido antes de ser sumergidos en agua destilada a

37°C °, luego se registró la medida de fuerza que ejercían a las 5, 11 y 23 horas. De los resultados se obtuvo que los elásticos 3/16" a las 5, 11 y 23 horas presentaron una degradación de 28.1%, 33.3% y 37.1% respectivamente. Se concluyó que la mayor degradación se produjo durante las 5 primeras horas para todos los elásticos, pero los elásticos 3/16" de 6oz obtuvieron una menor degradación en este periodo. ⁽⁴⁾

RAHPEYMA Y KHAJEHAHMADI (2014) evaluaron la pérdida de fuerza de elásticos de ortodoncia con látex pesados (3/16 de American Orthodontics), en el tratamiento de fracturas mandibulares reproducidas en laboratorio. La distancia inter incisiva máxima en un paciente ortodóncico es de 30-50 mm, mientras que la distancia entre los ganchos del arco superior y los del arco inferior en un paciente con fijación mandibular es de 15-20 mm, esta distancia aumenta 5-10 mm cuando se abre ligeramente la boca para tomar la dieta blanda. Los cirujanos cambian los elásticos de los pacientes con fractura mandibular cada 2 semanas, mientras que un paciente ortodóncico cambia sus elásticos todos los días. Por lo tanto, las distancias de estiramiento de los elásticos que utilizaron en su estudio fueron 15 mm y 20 mm y los tiempos de medición de fuerza fueron T0 (medición inicial), T1 (tras 24 horas de estiramiento) y T2 (tras 14 días de estiramiento), el estudio se realizó en medio húmedo a 37°C. De los resultados se obtuvo que los elásticos estirados 15 mm pasado las 24 horas tuvieron una pérdida del 31% de su fuerza. Se obtuvieron diferencias significativas en la pérdida de fuerza de los elásticos con 15 mm de estiramiento entre 0-1 día y entre 0-14 días, pero no se observaron diferencias entre 1-14 días. Este mismo patrón se seguía cuando los elásticos eran estirados 20 mm. Esto es consistente con el uso clínico que los cirujanos maxilofaciales dan a estos elásticos, cambiándolos cada 14 días, ya que, tras el primer día la pérdida de fuerza que estos elásticos sufren no es significativa. ⁽²⁶⁾

KHAN y SHAHEED (2015) compararon la fuerza inicial y la fuerza de degradación de elásticos de ortodoncia durante un período de 24 horas en condiciones secas y húmedas. Se utilizaron 200 elásticos de no látex de cuatro marcas Dentaureum, Ortho care, Opal y Class One en 05 tamaños (1/8", 3/16", 1/4", 5/16" y 3/8"), cinco elásticos por cada grupo. Se usó un medidor de medición de fuerza de ortodoncia (zinghua, China) con capacidad de medir de 1-16 oz. Se encontró que los elásticos de Class One generaron fuerzas mayores a una extensión de 3 veces el diámetro interno comercializado, pero el aumento no fue clínicamente significativo. Las comparaciones de la extensión de la fuerza entre muestras en seco y húmedo mostraron cierto grado de degradación de la fuerza, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa.⁽²⁷⁾

LÓPEZ RN (2015) realizó un estudio in vitro de la pérdida de fuerza de elásticos de ortodoncia con látex y libres de látex. Se usaron 250 elásticos de 1/4" de 4oz por cada grupo de la casa comercial GAC y Lancer Orthodontics, todos los elásticos se estiraron 3 veces su diámetro interno. Los elásticos se evaluaron en medio seco y húmedo (agua destilada a 37°C) a las 8 y 24 horas. Se observó que la mayor pérdida de fuerza fue para los elásticos de GAC, los elásticos LANCER libre de látex fueron los únicos que no mostraron una pérdida significativa de la fuerza a las 8 horas en condiciones de humedad.⁽²⁸⁾

RAMEEZ AN, AJIT N e IBRAHIM A (2015) realizaron un estudio dónde evaluaron la degradación de la fuerza de la cadena elastomérica de ortodoncia en distintos medios líquidos comúnmente consumidos. Se utilizaron un total de 120 cadenas de elastómeros, 60 cadenas cortas y 60 cadenas largas, de las marcasOrmco, 3M Unitek y American Orthodontics. Cada grupo de 40 fue dividido en 4 grupos de 10, los cuales fueron sumergidos en té, leche, cola y enjuague bucal y estirados 20 mm. Las mediciones de fuerza se realizaron al inicio, 5 minutos, 30

minutos, 1 hora, 8 horas, 24 horas, y 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 y 21 días. De los resultados se obtuvo que la degradación de la fuerza de la cadena de 3M fue significativamente menor, sin embargo, se degrada al final de los 21 días y es equivalente con otros productos. Los elásticos tratados en té se observó una degradación mayor en elásticos 3M y de los evaluados en cola la mayor degradación fueron en los elásticos Ormco y American Orthodontics. Se concluyó que independientemente de los solventes usados, la degradación de la fuerza varía para diferentes productos. ⁽²⁹⁾

SHAILAJA et al. (2016) evaluaron la disminución de la fuerza de los elásticos de ortodoncia de látex y libre de látex, con la influencia de los niveles de pH en tres marcas diferentes. Se utilizaron 40 elásticos de ¼" de la marca Dentaaurum, GAC y AO para cada grupo; se usaron también tablillas con pines a 14.8 mm, 19.0 mm y 28.4 mm de distancia para simular un 225%, 300% y 450% de estiramiento, respectivamente. Para medir la fuerza en gramos ejercida por los elásticos se usó una máquina de prueba universal Instron (USA). Los elásticos estuvieron sumergidos en saliva artificial que se preparó para simular ambientes orales establecidos a niveles de pH prescritos de 5.0, 6.0 y 7.5. Se concluyó que los diversos niveles de pH no tuvieron influencia significativa en la degradación de la fuerza y el porcentaje de disminución de la fuerza fue menor para los elásticos de no látex. ⁽³⁰⁾

FIALLOS SJ (2016) evaluó degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales. Se utilizaron 40 elásticos por grupo de estudio, de las casas comerciales Ortho Organizers, American Orthodontics y Morelli. Los elásticos se sumergieron en saliva artificial una temperatura de 37° y se registró la fuerza que generó a las 12h y 24 horas. Se determinó que las ligas Ortho Organizers pierden el 5,7% y 7,5%, Morelli pierde el

8,2% y 9,9%, finalmente American Orthodontics pierde el 9,3% y el 11,1% a las 12h y 24h respectivamente. Se concluye que entre las marcas ORTHO ORGANIZERS, MORELLI, y AMERICAN ORTHODONTICS, la que tiene una menor pérdida de elasticidad luego de ser sometidas a la fase experimental es ORTHO ORGANIZERS. ⁽³¹⁾

KANCHANA P (2016) evaluó las características de degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares de látex y libre de látex. Se utilizó una muestra de 360 elásticos de la marca América Orthodontics en tres medidas 3/16", 1/4" y 5/16" con una fuerza media de 4.5 oz, los cuales se sometieron a pruebas de tracción en estática y dinámica. Quince ejemplares de cada tipo elástico se probaron en condiciones secas y se sumergieron en condiciones de agua a 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Las pruebas t de muestras emparejadas indicaron que, a 3 veces el diámetro interno, en su mayoría, todos los elásticos tenían niveles de fuerza que eran estadísticamente diferentes de las fuerzas del mercado. De los resultados se obtuvo que después de las 24 horas los elásticos 3/16" perdieron 27% de su fuerza. En el intervalo de 24 horas, la fuerza media generada por los elásticos de látex y sin látex fue de aproximadamente 72.61% y 54.15% de la fuerza media inicial. Se concluyó que las características de la fuerza de degradación consisten en un componente inicial de pendiente alta y una parte latente de velocidad disminuida durante el período de 24 horas para los elásticos de látex, pero todavía hubo un componente de pendiente moderada de velocidad disminuida después de 12 horas para las muestras sin látex. ⁽³²⁾

2.2 BASES TEÓRICAS:

2.2.1 HISTORIA DE LOS ELÁSTICOS EN ORTODONCIA:

Los primeros elásticos conocidos fueron de goma natural, que fueron utilizados en las civilizaciones Inca y Maya, las que se extraían de los árboles de caucho.⁽³³⁾

Es hasta 1803 donde F. Cellier introduce por primera vez una mentonera especial con tiras de goma. Después que Chales GOODYEAR en 1839 descubre la vulcanización del caucho J.M. Alexis SCHANGÉ en 1841 realiza una publicación en Paris “Precis sur le redressement des dents” donde menciona que usa hilos de elásticos para mover los dientes.⁽³³⁾

Elisha Gustavus Tucker publica en el año 1850, en el American Journal of Dental Science, el uso de pequeñas rodajas elásticas obtenidas cortando trozos finos tubos de goma; así comenzó la idea de elásticos intermaxilares. En 1853 publica su trabajo titulado “Irregularidades Dentarias”, en el Dental News Setter, donde indica que los elásticos deben usarse con precaución para evitar problemas. También nos habla de su uso para el tratamiento de fracturas de los maxilares.⁽³⁴⁾

Pasaron muchos años hasta que se generalizara el empleo de los elásticos intermaxilares, siendo popularizado su uso por dos odontólogos. Calvin Case fue el primero que destacó su utilidad en el año 1893 en el congreso dental de Columbia, desplazando a la tracción extraoral que venía usándose hasta entonces. El otro odontólogo fue Henry A. Baker, quien en el año 1904 publicó en el International Dental Journal un artículo titulado “Treatment of protruding and receding jaws by the use of intermaxillary elastics”. A pesar de que los elásticos

intermaxilares habían sido introducidos por el Dr. Tucker y empleados por otros odontólogos, como el Dr. Case, erróneamente se consideró al Dr. Baker como el primero en usarlos, y han pasado a la historia bajo el nombre de “elásticos de Baker” o “anclaje de Baker”. ⁽³³⁾ ⁽³⁵⁾

En 1907 Edward H. Angle publicó su famosa obra “Treatment of Malocclusion of Teeth”, en la que proponía una clasificación de las maloclusiones y el uso de las correspondientes fuerzas elásticas (Clase I, Clase II y Clase III) para su corrección. Y en 1948, su discípulo Charles Tweed, inició el uso de elásticos de clase III para reforzar la preparación de anclaje en maloclusiones de clase II, antes de utilizar los elásticos de clase II. Diez años después, en 1958, Fred Schudy recomendaba elásticos cortos de clase II junto con fuerza extraoral de tracción alta, para control vertical. ⁽³³⁾

Fueron J. Jarabak y Fizzell en el año 1963 en su libro “Technique and Treatment With the Light Wire Appliance” quienes describieron por primera vez la biomecánica de los elásticos de clase II. Dos años más tarde, R. Begg, en su obra titulada “Begg orthodontic Theory and Technique”, nos hablaba del uso de elásticos de clase II, cambiándolos cada cinco días. ⁽³³⁾

En 1970 Robert M. Ricketts creó la técnica Bioprogresiva de arco cuadrado seccional, aconsejando el empleo de elásticos en los casos de mordida abierta. Dos años después, Roth recomendaba elásticos intermaxilares cortos de Clase II, para ayudar en la nivelación de la curva de Spee, asociada con fuerza extraoral de tracción alta, para controlar en sentido vertical. ⁽³⁵⁾ ⁽³³⁾

Entre 1973 y 1996, Michael Langlade desarrolló la aplicación clínica de fuerzas elásticas en diferentes situaciones, tales como los elásticos oclusales o los elásticos contralaterales en mordidas cruzadas, proponiendo biomecánicas comparativas de uso clínico. ⁽³³⁾

2.2.2 ELASTICOS DENTALES – CONCEPTOS GENERALES

Son materiales de amplio uso en ortodoncia, actúan por tensión ya que al estirarlos ejercen fuerzas en ambos extremos del elástico. Pueden ser de origen natural o sintético.

a) Elasticidad

Es la propiedad de material para recobrar su forma original después de sufrir una deformación sustancial. ^{(36) (33)}

b) Elastómero

Termino aplicado a los materiales poliméricos que recobran sus dimensiones originales inmediatamente después de una deformación sustancial. ⁽³⁷⁾

c) Límite elástico:

Es la cantidad de distorsión forzada sin deterioro ni pérdida de elasticidad. ⁽³³⁾

d) Deformación:

La deformación de un material puede ser elástica o plástica. Se denomina deformación elástica cuando al aplicar una fuerza, el material tiene su forma alterada, pero retorna a su forma original cuando el estímulo es removido. Cuando la fuerza aplicada pasa el límite elástico del material, éste pasa a presentar una deformación plástica, o sea no retorna a su forma original, presenta una alteración permanente. ⁽³⁸⁾

2.2.3 COMPOSICIÓN DE LOS ELÁSTICOS DE LÁTEX

Los elásticos de caucho o de látex son obtenidos a través de la extracción vegetal, seguido por un proceso de fabricación, hasta la obtención de un producto final. ⁽³⁸⁾

El látex es una goma natural, blanca y lechosa originaria de la región amazónica en donde se conoce con el nombre indio de “cahuchú” palabra que proviene del idioma francés “caoutchouc” y del español “caucho”. El látex natural puede ser obtenido de más de 100 diferentes tipos de plantas de diferentes especies silvestres; sin embargo, la mayor fuente es la *Hevea Brasiliensis*. ⁽³⁹⁾

El caucho es polímero del metilbutadieno o isopreno cuya unidad estructural de la molécula es del grupo de hidrocarburos (C_5H_8) el cual es capaz de fijar, por adición, grupos monovalentes. Los hidrocarburos purificados de la gutapercha y del caucho contienen la misma fórmula, no obstante, mientras el primero es una estructura como el cuero el segundo es blando y flexible. Esta diferencia se apoya en que el caucho tiene la forma *cis* y la gutapercha la forma *trans*. ^{(38) (40)}

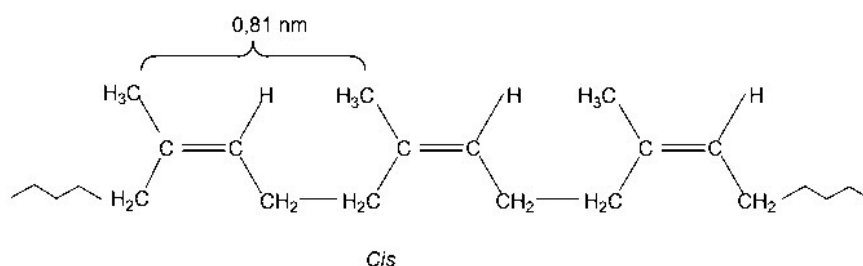


Figura 1 Estructura química del caucho natural

Fuente: Fernández, 2010 ⁽⁴¹⁾

El látex contiene: ⁽⁴⁰⁾

- El 60% de agua
- Del 30% al 36% de hidrocarburo de caucho.
- El 2% de resina.
- Del 1% al 2% de proteínas.
- El 0.5% de quebrachitol.
- Del 0.30% al 0.7% de cenizas.

2.2.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS

Dentro de los materiales de ortodoncia los elásticos se encuentran dentro de los elementos activos puesto que poseen propiedades elásticas que proporcionan la capacidad de almacenamiento y liberación de fuerzas, cuya selección y diseño permite controlar las características de las fuerzas que se aplican sobre los dientes, así se puede regular la intensidad, la duración y la dirección de las fuerzas. ⁽³⁴⁾

Un material elástico generalmente presenta 3 propiedades: una distorsión que no exceda su límite de elasticidad, debería ser físicamente homogéneo e isótropo (proporcionando la misma fuerza en cualquier dirección). ⁽³³⁾

A pesar de todo lo que se ha investigado sobre estos materiales, existe una falta de información sobre los cambios estructurales que acontecen durante el estiramiento y la relajación de los elastómeros, incluyendo la conformación molecular del material. Las propiedades elásticas de estos materiales derivan de los enlaces cruzados irregulares de cadenas moleculares muy largas unidas en ciertos puntos por enlaces covalentes, entre diferentes átomos, como azufre, con 2 átomos de carbono. ⁽⁴²⁾

La fuerza desarrollada por los elásticos viene definida por su estructura molecular, y esta estructura se puede obtener midiendo la temperatura de transición cristalina (T_g). Un valor de T_g más alto nos indica un polímero más rígido, ya sea por una mayor presencia de enlaces cruzados covalentes o por la presencia de cadenas laterales más largas.⁽⁴³⁾

En general, un elastómero estirado debe poseer una alta resistencia a la tracción para evitar su rotura prematura y una alta cristalización (Storie, Regennitter y Von Fraunhoven, 1994). Los polímeros de alto peso molecular podrían cumplir este requisito; sin embargo, una longitud exagerada de la cadena molecular podría afectar negativamente a la capacidad del elastómero para extenderse. Los polímeros de cadenas moleculares con una polimerización mayor de 1.000 tienen poca extensibilidad. Cuando son cadenas muy largas se deforman más allá de una cantidad crítica, la carga aplicada debe ser transmitida por los enlaces primarios de la cadena del polímero y, puesto que no hay un deslizamiento que permita disipar el estrés, la probabilidad de rotura de esos enlaces es mayor.⁽⁴⁴⁾

2.2.5 PRESENTACIÓN DE LOS ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Se encuentran en diferentes tamaños y espesores para producir una fuerza precisa, pero esto puede variar un poco según el fabricante. Usualmente la fuerza prescrita se obtiene cuando el elástico es estirado tres veces su diámetro.^{(45) (46)} De forma general, independiente del fabricante los elásticos vienen en presentaciones según el diámetro y la fuerza que generan.

FUERZA:

La mayoría de los elásticos de caucho se encuentran en el sistema de medidas norteamericano, siendo estas onzas y pulgadas. 1 onza equivale a 28.35gr. ⁽³⁸⁾

- Ligera: 1.8 oz = 51. 03 gr
- Mediano: 2.7 oz = 76. 54 gr
- Pesado: 4 oz = 113. 4 gr
- Súper pesado: 6oz = 170.1 gr

DIÁMETRO O LUMEN:

El tamaño del elástico determina su denominación, que es dada por su diámetro interno. La unidad en la que se expresan son pulgadas. 1 pulgada equivale a 25,4mm. ⁽³⁸⁾

- 3 mm = 1/ 8 “
- 4 mm = 3/ 16 “
- 6 mm = 1/ 4 “
- 8 mm = 5/ 16 “
- 10 mm = 3/ 8 “
- 12 mm = 1/ 2 “
- 14 mm = 9/ 16 “
- 16 mm = 5/ 8 “
- 18 mm = 11/ 16 “

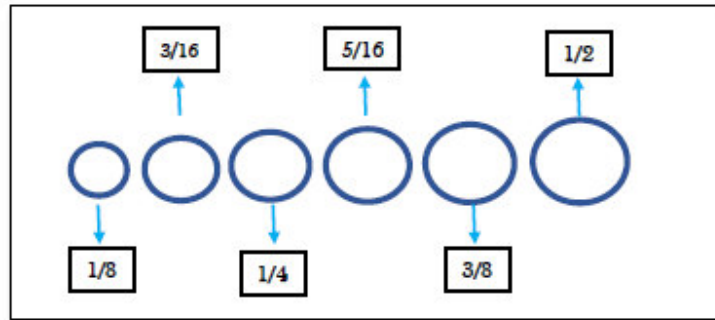


Figura 2 Diámetro de los elásticos que más se utilizan en ortodoncia

Fuente: Farfán RM ⁽²⁵⁾

2.2.6 APLICACIONES CLÍNICAS

- Corregir discrepancias en sentido anteroposterior.
- Corregir discrepancias transversales.
- Corregir discrepancias de las líneas medias dentales.
- Ajustes verticales menores en la etapa de finalización.
- Producir extrusiones y corregir mordidas abiertas de tipo dental.
- Extrusión individual de dientes para mejorar la intercuspidadación.
- En mecánicas con fricción para desplazar dientes sobre arcos rígidos.
- En algunas ocasiones producen cambios esqueléticos significantes. ⁽³³⁾

2.2.7 VENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS

- Son colocados y retirados por el paciente fácilmente. ^{(6) (47)}
- Se desechan después de ser usados.
- No se requiere activación por el ortodoncista. ⁽³³⁾
- El efecto se incrementa por movimientos mandibulares (masticación y fonación). ⁽⁴⁶⁾
- Bajo coste. ⁽⁶⁾
- Alta flexibilidad. ⁽⁶⁾
- Higiénicos, se desechan después de su uso. ⁽⁴⁷⁾

2.2.8 DESVENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS

- Sufren deterioro y pérdida de elasticidad, debido a que el elástico es afectado por: pH, saliva, placa bacteriana, tiempo de uso, temperatura y humedad. ⁽⁴⁷⁾
- Pueden causar extracción dental y abrir la mordida. ⁽³³⁾
- La fuerza ejercida no es constante. ⁽³³⁾
- Requieren mucha colaboración del paciente: El paciente puede colocar de manera errónea el elástico y su negligencia puede retardar o comprometer el tratamiento. ⁽⁴⁸⁾
- El paciente puede ubicarlos de manera incorrecta, perjudicando el efecto biomecánico del aparato. ⁽³³⁾

2.2.9 FUERZA IDEAL PARA PRODUCIR EL MOVIMIENTO DENTAL

La aplicación de la fuerza tiene una importancia en el movimiento de ortodoncia, por medio de alambres y elásticos. En el año 1957, Reitan propuso que el rango de fuerza aceptable para el movimiento dental estaba entre los 100 y 250 gramos. ⁽⁴⁹⁾ Se conoce también que las fuerzas ligeras y continuas son las ideales para producir un movimiento dental fisiológico. Estos niveles de fuerza son diferentes para cada diente o grupo de dientes, para el tipo de movimiento dental a realizar y para cada paciente. ⁽⁵⁰⁾

Fuerzas muy elevadas podrían causar daños periodontales y molestias al paciente; por el contrario, fuerzas demasiado ligeras no resultarían efectivas para el movimiento dentario. En un estudio realizado con ratas, observaron que las fuerzas ortodóncicas continuas producían más reabsorciones radiculares que las intermitentes. Se concluyó que

debía existir un equilibrio en el régimen de aplicación de las fuerzas para minimizar las reabsorciones radiculares y maximizar el movimiento dental.^{(51) (52)}

Ballard y cols. (2009) realizaron un estudio en pacientes que requerían exodoncias de premolares. En este estudio compararon la influencia de las fuerzas ortodóncicas continuas e intermitentes en la reabsorción radicular inflamatoria inducida ortodóncicamente. Concluyeron que las fuerzas intermitentes eran más seguras que las continuas para prevenir las reabsorciones radiculares, sin embargo, este régimen de fuerzas podría comprometer la eficiencia del movimiento dentario.⁽⁵³⁾

Histológicamente, el movimiento ortodóncico óptimo se ha relacionado con un aporte vascular indemne. Según Langlade, la fuerza óptima no debía exceder de la presión sanguínea capilar (20 a 25 g/cm). De acuerdo a la teoría de Brian Lee, el valor de 200 gr/cm² de superficie radicular antero posterior podría representar el promedio para una maloclusión normal, pero Ricketts RM propone una fuerza más ligera de 150 gr/cm² para una eficacia biológica.⁽³³⁾

La clasificación de las fuerzas estaba comprendida entre los 14 gramos y los 367 gramos, por encima de los 367 gramos se consideran fuerzas ortopédicas.⁽³³⁾

		ONZAS	GRAMOS	FUERZA	
Clasificación de fuerzas ortodóncicas de Langlade, 2000.	ORTODONCICA	0.5	14.17	Muy Ligera	ORTODONCICA
		1	28.35		
		2	56.6	Ligera	
		3	84.9		
		4	113.2		
		5	141.5		
		6	169.8		
		7	198.1		
		8	226.4		
		9	254.7		
		10	283.0		
		11	311.3	Fuerte	
12	339.6				
Clasificación de fuerzas ortopédicas de Malthe y Kuijpers-Jagtman, 2003.	ORTOPEDICA	13	367.9	Muy Fuerte	ORTOPEDICA
		14	396.2		
		15	424.5		
		16	453.6		
		32	907.2		
		48	1360.8		

Malthe y Kuijpers-Jagtman (2003) realizaron una revisión sistemática de la literatura para intentar esclarecer cual era la magnitud de fuerza óptima para el movimiento dental. Encontraron un amplio número de estudios con condiciones experimentales muy distintas. Los trabajos se realizaron en diferentes especies animales (rata, perro, conejo, mono, ratón y conejillo de indias). Además, hallaron un amplio rango de magnitudes de fuerza aplicadas, existía una gran variedad en cuanto a los dientes incluidos en el estudio, la dirección del movimiento dental, así como en la duración de los experimentos y la reactivación de la fuerza. Encontraron muy pocos experimentos que proporcionaran

información sobre la relación entre la velocidad del movimiento dental y la magnitud de la fuerza aplicada. Además, los datos de estudios en humanos sobre la eficiencia del movimiento dental ortodóncico eran muy limitados. Finalmente, no hallaron ninguna evidencia científica en la literatura sobre el nivel de fuerza óptimo para el movimiento dental en ortodoncia.⁽⁵⁰⁾

Ya en el año 1970, Andreasen y Bishara⁽⁵⁴⁾ nos hablaban que debíamos entender que la cantidad de fuerza aplicada inicialmente no era la misma que la fuerza que actuaba sobre los dientes después de las primeras dos horas. Recomendaban el uso de cadenetas con fuerzas iniciales cuatro veces superiores a las fuerzas deseadas sobre el diente, porque la caída de fuerza durante el primer día en las cadenetas elásticas era aproximadamente del 75%. Por ejemplo, si se deseaba aplicar una fuerza de 100 gramos, se debería elegir una cadeneta con una fuerza inicial de 400 gramos. Como los elásticos perdían el 40% de la fuerza inicial durante el primer día, se les podía aplicar el mismo principio que a las cadenetas. Si se deseaba aplicar una fuerza inicial de 100 gramos, se debía elegir un elástico con una fuerza inicial de 140 gramos.⁽⁵⁴⁾ Leão filho y cols. (2013) consideraban que este procedimiento debía ser analizado cuidadosamente, ya que podría existir un riesgo de daño en los tejidos dentales y periodontales debido a las fuerzas excesivas.⁽²²⁾

Kersey y cols. (2003)⁽⁵⁵⁾ aconsejaban a los ortodoncistas probar una muestra de sus elásticos antes de usarlos o de comprar grandes cantidades, debido a la variabilidad en la liberación de la fuerza, para asegurarse de que los niveles de fuerza que producían estaban dentro de los rangos esperados. También sugerían que se debería decidir si

empezar con una fuerza mayor a la necesaria o si terminar con una fuerza inferior a la deseada tras un periodo de tiempo corto en boca. ⁽¹⁷⁾

⁽⁵⁵⁾ Kamisetty y cols. (2014), sugirieron que era mejor elegir elásticos que proporcionasen una fuerza entre un 25% y un 35% mayor a la deseada para una situación clínica concreta, porque clínicamente las fuerzas iniciales generadas se utilizaban para contrarrestar las fuerzas de fricción entre el bracket y el arco. Por lo tanto, las fuerzas generadas por los elásticos no se transferían en su totalidad al diente. ⁽³⁷⁾

2.2.10 CLASIFICACIÓN DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES

2.2.10.1 De acuerdo al material

2.2.10.1.1 Elásticos de látex

Los elásticos de látex son obtenidos a partir de la extracción vegetal seguida por un proceso de fabricación hasta la obtención de un producto final. ⁽⁵⁶⁾ El caucho natural puede ser obtenido de más de 100 diferentes tipos de especies silvestres como el *Hevea Brasiliensis*, el *Manihot Glaziovii* y la *Castilleja elástica*, entre otras. Sin embargo, la mayor fuente es la *Hevea Brasiliensis*. ⁽³⁹⁾

La estructura química del caucho natural es cis-1,4 poliisopropeno que contiene aproximadamente 500 unidades de isopropeno. ⁽⁴⁰⁾ ⁽⁵⁷⁾ El caucho natural tiene una sensibilidad a los efectos del ozono o a otros sistemas de generación de radicales libres tales como la luz solar o la luz ultravioleta que produce grietas. Para evitar eso se añaden agentes antiozono y antioxidantes en el momento de la fabricación del latex. Sin embargo, cuando se corta en bandas de látex individuales, el área de

superficie se incrementa y el ozono se puede difundir más rápidamente en las bandas, lo cual limita considerablemente la vida útil de los elásticos de látex. ⁽⁵⁷⁾

a) Alergia y citotoxicidad de los Elásticos de Látex

El caucho natural utilizado para la fabricación de elásticos en ortodoncia es más tóxico y alergénico que los cauchos sintéticos debido a la presencia de proteínas de alto peso molecular y de aditivos utilizados durante el proceso.

De los aproximadamente 240 polipéptidos presentes en el látex, alrededor de 60 son antigénicos y 13 de ellos han sido identificados, siendo los más frecuentes el factor de elongación de caucho, o Hev b 1 y el homólogo del factor de elongación o Hev b 3, los cuales son alérgenos mayoritarios en pacientes que han sufrido múltiples intervenciones quirúrgicas y son responsables de la sensibilización en un alto porcentaje del personal sanitario. Otros alérgenos mayoritarios son la Hev b 5, que posee una alta homología en su secuencia con la proteína ácida del kiwi, la preveína y la heveína (Hev b 6), la Hev b 7 y la profilina o Hev b 8 que puede causar reactividad cruzada entre determinadas frutas y el látex. ^{(58) (59)}

Estos alérgenos son proteínas solubles, que resisten la vulcanización, y en contacto con el sistema inmune promueven la estimulación apropiada para la síntesis de Ig E específica y la aparición de reacciones de hipersensibilidad inmediata o Tipo I. En la fabricación de objetos de látex, para aumentar su resistencia, elasticidad y durabilidad, se le añaden diferentes sustancias. Entre estas sustancias destacan los aceleradores (grupos carbamato,

tiuran, mercapto, guanidina, naftil y tiourea), y los antioxidantes (fenildiaminas) que son los agentes implicados con más frecuencia en la aparición de reacciones de hipersensibilidad retardada o Tipo IV (dermatitis de contacto alérgica). También se añaden pigmentos, cera insoluble, aceites y material de relleno.⁽⁵⁸⁾

2.2.10.1.2 Elásticos sintéticos

Los elásticos sintéticos son obtenidos por medio de transformaciones químicas del carbón, petróleo y algunos alcoholes vegetales. Sin embargo, su composición química exacta es una información no divulgada de cada fabricante.⁽⁵⁶⁾

Químicamente los elastómeros son considerados polímeros. El origen griego de la palabra explica su estructura, donde “poli” significa muchas y “meros”, partes. Son sustancias compuestas por varias moléculas que se repiten formando una cadena de unidades fundamentales, denominadas monómeros.

Estos polímeros son compuestos por enlaces primarios y secundarios con poca atracción molecular. Inicialmente los polímeros presentan un patrón espiral y cuando se deforman, debido a la aplicación de una fuerza, las cadenas poliméricas se ordenan en una estructura lineal con enlaces cruzados en algunos puntos a lo largo de las cadenas.

La modificación del patrón espiral a lineal ocurre debido a los débiles enlaces secundarios, y la recuperación de su estructura inicial se debe a los enlaces cruzados.⁽⁶⁰⁾

2.2.10.2 De acuerdo al uso

2.2.10.2.1 Elásticos intraorales

Los elásticos intraorales son utilizados en la cavidad oral cumpliendo un papel importante en la mayoría de las formas de terapia con aparatología fija. Los elásticos intraorales pueden ser intramaxilares e intermaxilares. ^{(40) (61)}

a) Elásticos intramaxilares

Son aquellos que se colocan y actúan en un mismo arco dental. Las fuerzas que producen son de tipo horizontal. ⁽⁴⁰⁾

Se denominará clase I cuando se encuentre en el mismo arco (intra-arco), pero no en problemas transversales. La mayoría de los elásticos de clase I pueden tener un efecto de movimiento, el cual puede ser horizontal, vertical o transversal.

. Aplicaciones

- Cierre de espacios
- Movimiento distal (retracción)
- Movimiento de mesialización
- Extrusión e intrusión
- Rotar un diente o dientes recíprocos
- Mover un diente el cual es difícil de ajustar en el arco de alambre.
- Extruir un diente (impactado)

b) Elásticos intermaxilares

Son aquellos que se colocan y actúan en los dos maxilares. Las fuerzas que producen son de tipo horizontal, transversal y vertical.

(40) (46)

b.1. Elásticos clase II

Los elásticos de clase II, son elásticos intermaxilares colocados anteriormente en el maxilar y posteriormente en la mandíbula en diferentes dientes, ya sea por vestibular o lingual, siempre y cuando lleven esta dirección: pueden ser apoyados en los tubos de los morales, hooks de brackets o ligadura de Kobayashi. ⁽³³⁾

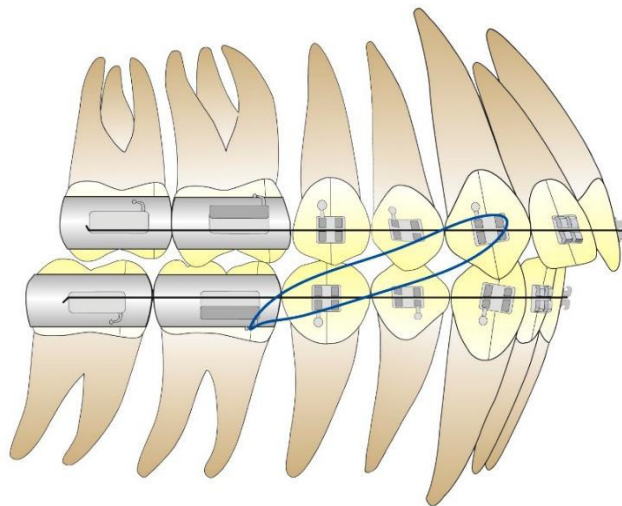


Figura 3 Elásticos intermaxilares clase II

Fuente: El autor

Aplicaciones:

- Para producir cambios dentarios anteroposteriores.
- Maloclusiones Clase II dental y/o esquelética
- Ayudan a obtener una clase I canina desde una relación clase II.
- Como anclaje
- Movimiento distal del segmento anterior.

- Avance del arco mandibular.
- Mordida abierta
- Retroinclinación de incisivos superiores y proinclinación de los inferiores
- Para mantener bordes posteriores y evitar rotación mandibular posterior.

Problemas clínicos

- Rotación exagerada
- Extrusión exagerada
- Pérdida de anclaje
- Tipping inadecuado
- Extrusión de los dientes posteroinferiores
- Inclinación labial de los dientes anteroinferiores.
- Bajan el plano oclusal anterior
- Crean sonrisa gingival. ⁽³³⁾

Contraindicaciones

- Clase III
- Mordida abierta esquelética de Clase II. ⁽³³⁾

b.2. Elásticos clase III

Los elásticos intermaxilares de Clase III son colocados posteriormente en el arco superior (molar) y anteriormente en el arco mandibular (canino). Presentan diferentes efectos en ambas arcadas como extrusión de los dientes posterosuperiores, inclinación mesial del primer molar superior, ligero avance del maxilar, proinclinación de incisivos superiores,

extrusión y retroinclinación de incisivos inferiores y distalización del arco inferior.⁽³³⁾

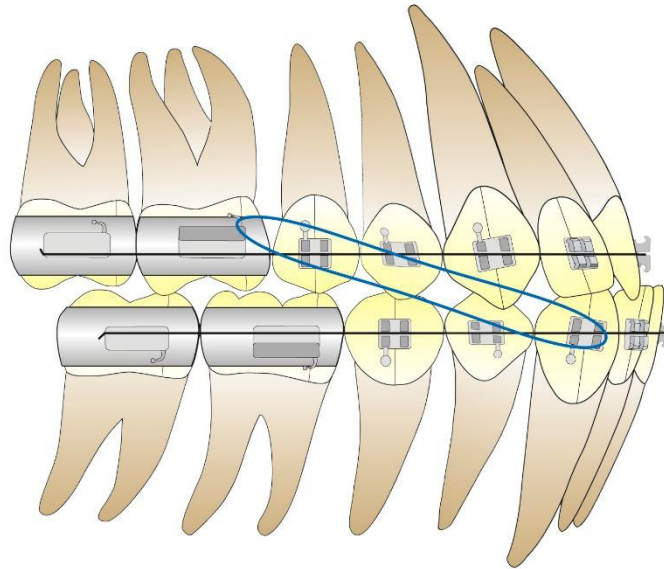


Figura 4 Elásticos intermaxilares clase III

Fuente: El autor

Indicaciones

- Pacientes clase III dental y esquelético que pueden tener patrón esquelético de mordida profunda.
- Mordida cruzada anterior o borde a borde en relación céntrica.
- Sobremordida vertical incisiva de clase III, permitiendo un posible camuflaje para una rotación mandibular posterior.
- Anclaje mandibular con extracción de los primeros premolares.
- Corrección de desviación de línea media.
- Control de dimensión vertical.⁽⁴⁶⁾

Contraindicaciones

- Clase II

- Mordida abierta esquelética. ⁽⁴⁶⁾

b.3. Elásticos de clase II y clase III

Indicaciones

- Se utilizan elásticos de Clase II de un lado y elásticos de Clase III del lado opuesto para corregir línea media y relación canina.

Contraindicaciones

- Casos de mordida abierta esquelética. ⁽³³⁾

b.4. Elásticos rectangulares o en caja

Los elásticos en caja pueden ser colocados en la región anterior o en la región posterior. Ayudan a provocar la extrusión dentaria y mejoran la intercuspidadación.

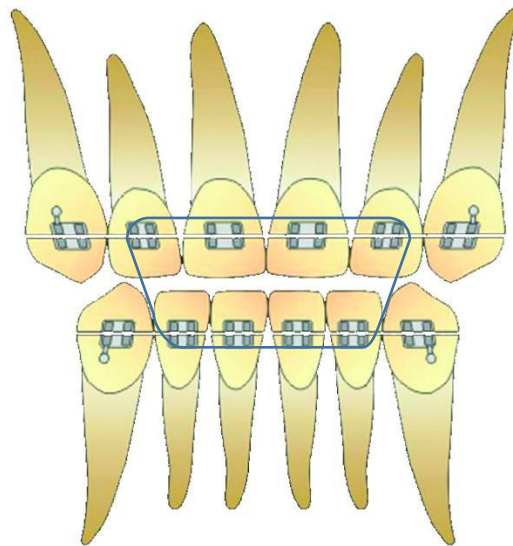


Figura 5 Elásticos rectangulares o en caja

Fuente: El autor

Indicaciones

- Están indicados para cerrar espacios, extruir un segmento de los arcos dentales e interdigitar, cerrar mordidas anteriores y posteriores, mejorar el overbite y overjet, así que pueden ser colocados en diversos vectores (vector en Clase I, Clase II y Clase III). ⁽⁴⁶⁾

Contraindicaciones

- Casos de supra oclusión de los incisivos. ⁽³³⁾

b.5. Elástico *vertical*

Indicaciones

- El elástico vertical aplica fuerzas de extrusión y se utiliza en casos de mordidas abiertas.

Contraindicaciones

- Casos de supraoclusión anterior y mordida abierta esquelética lateral. ⁽⁴⁸⁾

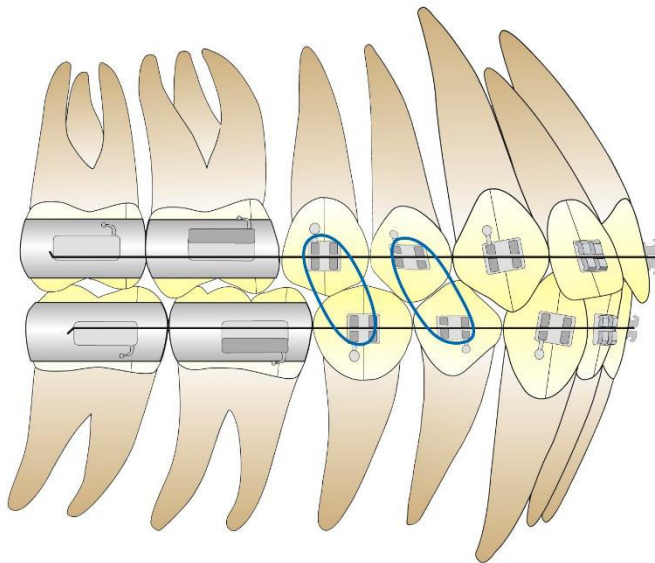


Figura 6 Elásticos verticales

Fuente: El autor

b.6. Elásticos en M o W

Estos elásticos son usados para extruir un grupo de dientes y cerrar de manera efectiva la mordida. Está contraindicado en mordida abierta esquelética.^{(33) (46)}

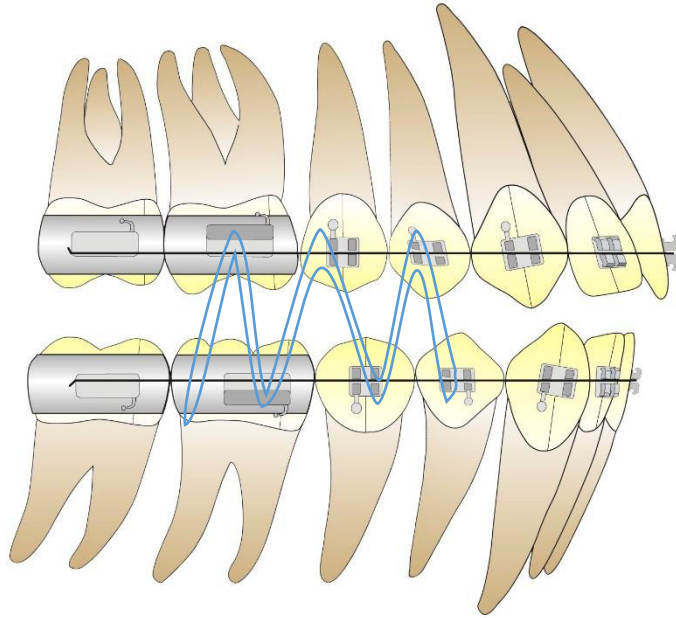


Figura 7 Elásticos en M

Fuente: El autor

b.7. Elásticos en acordeón

Tienen el mismo propósito que los M o W de extrusión dental para cierre de mordida abierta, pero estos añaden un componente de contracción para el cierre de espacios.

Está contraindicado su uso en casos de mordida abierta esquelética.^{(48) (46)}

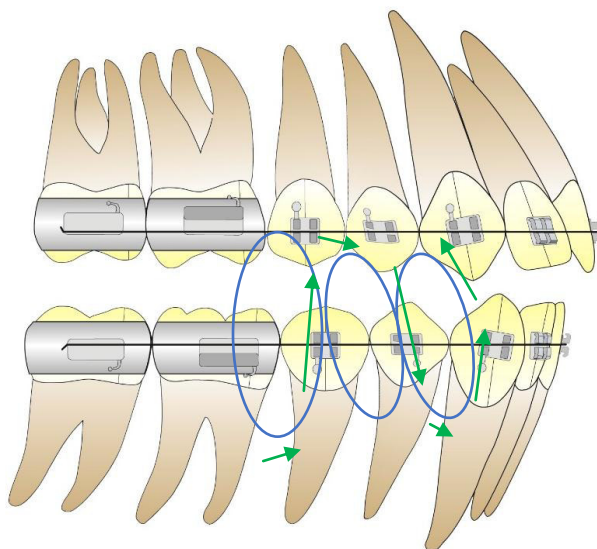


Figura 8 Elásticos intermaxilares en acordeón

Fuente: El autor

b.8. Elástico triangular de clase II

Elásticos en forma triangular cuyas fuerzas distalizan el maxilar, mesializan la mandíbula y causan extrusión dental. Son utilizados en casos de Clase II con mordida profunda esquelética. Están contraindicados en los casos de mordida abierta esquelética. ⁽⁴⁸⁾

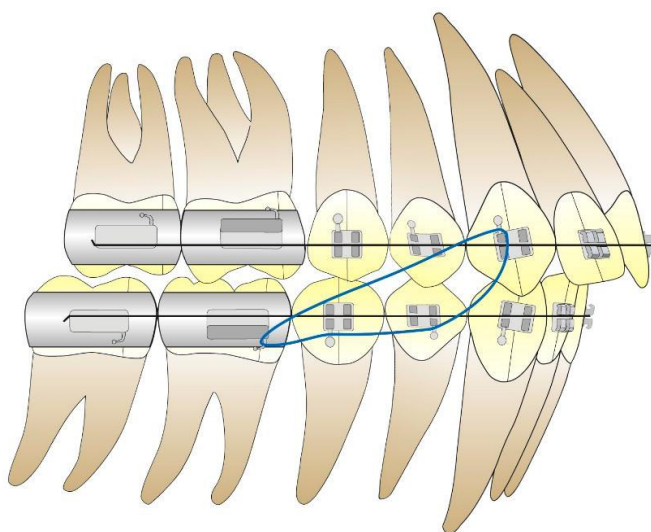


Figura 9 Elásticos intermaxilares triangulares de clase II

Fuente: El autor

b.9. Elástico triangular de clase III

Elásticos en forma triangular cuyas fuerzas mesializan el maxilar, distalizan la mandíbula y causan extrusión dental. Son utilizados en casos de Clase III con mordida profunda esquelética. Están contraindicados en casos de mordida abierta esquelética. ⁽³³⁾

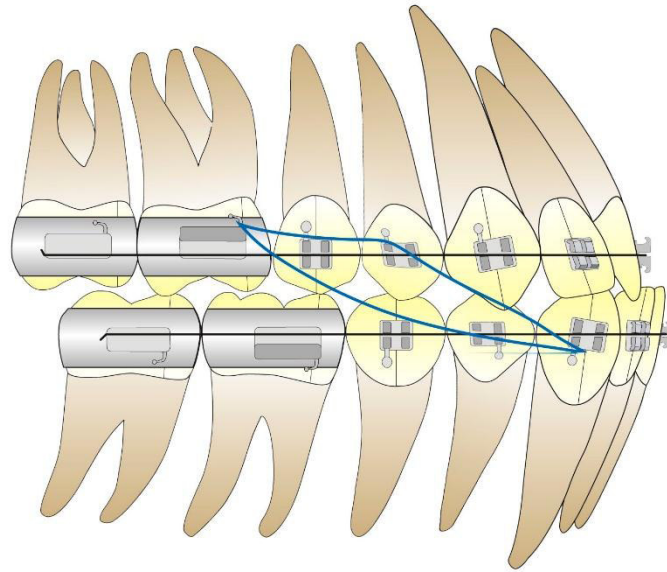


Figura 10 Elásticos intermaxilares triangulares de clase III

Fuente: El autor

b.10. Elásticos para mordida cruzada

- **Elástico homolateral**

Son utilizados para descruzar la mordida de un diente o un grupo de ellos. Se coloca en la cara palatina de un molar superior hacia el gancho del molar inferior del mismo lado. Está contraindicado en mordida abierta esquelética. ⁽³³⁾

- **Elástico *contralateral***

Es un elástico colocado en los lados opuestos a arcos dentales, del molar superior de un lado hacia el molar inferior del lado

contrario o viceversa. Está contraindicado en mordida abierta esquelética. ⁽³³⁾ ⁽⁴⁶⁾

b.11. Elásticos de finalización

Son elásticos utilizados al final del tratamiento ortodóntico para la intercuspidación final posterior. En los casos de Clase II, los elásticos se inicial en el canino superior y continúan hacia el primer premolar inferior y en la misma forma hacia arriba y abajo hasta terminar en el primer molar inferior; en los casos de Clase III, se inician en el canino inferior y continúan en el canino superior hasta terminar en el primer molar superior. ⁽⁴⁶⁾

2.2.10.2.2 Elásticos extraorales

Los elásticos extraorales son utilizados en los sistemas de mecánica extra oral. Las fuerzas que se utilizan son pesadas y súper pesadas que son desde 13 oz hasta 18 oz respectivamente. ⁽⁶¹⁾ ⁽⁴⁶⁾

2.2.11 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PÉRDIDA DE FUERZA DE LOS ELÁSTICOS

Todos los materiales elastoméricos, incluidos aquellos hechos con goma de látex natural, sufren una fatiga. ⁽³⁷⁾ ⁽⁴⁷⁾ Esto conlleva a una pérdida de fuerza que se ve acentuada en condiciones ambientales como las asociadas con la cavidad bucal. En la literatura existen gran cantidad de estudios sobre la pérdida de fuerza de estos materiales, empleando diferentes métodos de investigación y diferentes tipos de elásticos. Esta gran variabilidad en los materiales y métodos empleados

en las diferentes investigaciones, hace difícil el poder extraer conclusiones.⁽⁴⁷⁾

La capacidad de liberación de las fuerzas de los materiales elásticos está atribuida a la magnitud de la fuerza inicial, al periodo en que permanece extendido y a la proporción de la degradación de las fuerzas elásticas. Cuando los elásticos son sometidos a cargas que superan su límite de tensión, se inicia la fatiga del material en regiones internas de menor resistencia, o en áreas extensas más heterogéneas.⁽⁶²⁾

Las propiedades físicas y la apariencia de estos materiales también pueden ser afectadas, cuando son expuestos a los siguientes factores como:

- **Absorción de agua:** Afecta a la estabilidad dimensional y al comportamiento mecánico del elástico, se menciona que un estado acuoso afecta al componente del elástico (el plastificante) haciéndolo a este débil, puesto que dicho componente poseen un bajo peso molecular, por lo que su deformación resulta fácil.

⁽³¹⁾

Kovatch y cols. (1976) y Brantley y cols. (1979), observaron que después de los primeros segundos, en medio húmedo, la pérdida de fuerza de los elásticos obedecía a la siguiente fórmula: $\text{Carga (fuerza)} = \text{constante} \times (\text{tiempo})^n$.

La fuerza de elásticos de poliuretano decrece con el tiempo y el índice de caída aumenta con la hidrólisis.⁽⁵⁴⁾ Distintos estudios coinciden en que las gomas elásticas en medios húmedos o en el medio oral pierden entre el 10% y el 40% de su fuerza inicial

entre 30 minutos y 24 horas después de su activación. ⁽⁵⁴⁾ ⁽⁴⁷⁾ ⁽²²⁾

⁽²⁴⁾ Kanchana y Godfrey (2000) llegaron a conclusiones similares, observaron una notable degradación de la fuerza en todos los elásticos cuando eran sometidos a inmersión en agua, aproximadamente sufrían un 30 % de pérdida de fuerza durante la primera hora, pero tras esta pérdida de fuerza inicial, sufrían una pérdida de fuerza media menor al 7 % en los siguientes 3 días. ⁽⁶³⁾

- **Tiempo:** Hace referencia al tiempo al que el elástico está soportando la carga, se menciona que el elástico al ser sometido a tiempos prolongados de elongación este pierde paulatinamente su fuerza. ⁽⁴⁰⁾
- **Extensión:** Al estirar un elástico, a pesar de poseer la propiedad de elasticidad, existe una deformación de las cadenas elastoméricas, conllevando a la pérdida de fuerza. ⁽⁴⁰⁾
- **Dieta:** Ciertos químicos o irritantes pueden causar la degradación del elástico, causando defectos en la estructura molecular, en este punto se menciona a las enzimas salivales que causan hidrólisis en el elástico, causando su deformación. ⁽⁴⁰⁾
- **Temperatura:** La prolongada exposición a la luz, altera la estructura del elástico, esto hace especial énfasis a la conservación del empaque de elásticos. Por otro lado, se menciona que cambios de temperatura disminuyen la fuerza del elástico entre 7 y 10g, especialmente el calor. ⁽⁴⁰⁾

- **Saliva:** Andreasen y Bishara (1970) observaron que la absorción de pigmentos de saliva y la reducción de la fuerza de esos materiales debido a la humedad del medio bucal estaban relacionados. ⁽⁵⁴⁾

2.2.12 MARCAS COMERCIALES:

a) **DENSTPLY GAC: Elásticos intraorales y extraorales**

Intraorales: Hechos de látex natural. Identificado por países para un reconocimiento fácil para los pacientes. Cada paquete de elásticos contiene un colocador de elásticos. Disponibles en bolsas de 100 unidades. Fuerzas disponibles de 4 y 6 onzas. ⁽⁶⁴⁾

b) **American Orthodontics:**

Vienen 100 elásticos de látex por paquete. Sus empaques presentan diversos animales que están en peligro y son amenazados en todo el mundo. Este incentivo adicional de participar con la preservación de la vida de estos animales puede ser la motivación para obtener los pacientes a llevar sus elásticos. ⁽⁶⁵⁾

c) **ORMCO: Zoo pack elásticos**

Látex quirúrgico de alta calidad. Fuerza tracción consistente. Evaluación de fuerza realizada al estirar el elástico tres veces su diámetro. Disponibles en variados Paquetes de Colores en 10 diferentes tamaños. Cada paquete contiene 100 elásticos. ⁽⁴⁵⁾

d) **3M Unitek:**

Son fabricados de látex de diversos tamaños (diámetro interno) y fuerzas. Cada bolsa contiene 100 elásticos. ⁽⁶⁶⁾

e) RMO:

Son anillos de látex de primera calidad. Altamente resistentes en boca, se activan por tensión generando fuerzas uniformes y constantes en correcciones transversales y sagitales. RMO produce 36 tipos de elásticos de 8 diámetros y 7 calibres de fuerza. De fácil identificación mediante ilustraciones de medios de transporte. Cada bolsita contiene 100 elásticos, con cierre zip. ⁽¹¹⁾

f) MORELLI

Los Elásticos Látex son dispositivos fabricados en látex natural diseñados para componer el aparato ortodóntico, con la finalidad de aplicar fuerzas de tracción en elementos dentales. Morelli fabrica 20 tamaños de elásticos, viene empaquetados con cierre hermético y cada paquete contiene 1000 elásticos. ⁽⁶⁷⁾

g) G&H

Todos los elastómeros de látex de la serie Enchanted TM de G & H® están empacados para una identificación rápida y única. G & H® fabrica elásticos de color ámbar y de color surtido con la goma de látex natural de grado quirúrgico más fino para garantizar la entrega confiable de la fuerza. Los elásticos están preenvasados en paquetes de 100 elásticos y se dispensan de una caja de 50 paquetes (5,000 elásticos totales). ⁽⁶⁸⁾

h) AZDENT

Marca de la compañía china Henan Baistra Industries Corp. Fabrica elastómeros de látex en paquetes de 5000 unidades, etiquetados con el logo de animales para su identificación más rápida entre sus 16 tamaños disponibles. ⁽⁶⁹⁾

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- Oz:** Símbolo de la unidad de masa onza, 01 oz equivale a 28.35 g.
- PayPal:** Es una de las mayores compañías de pago por Internet del mundo.¹ La compañía opera como un procesador de pagos para vendedores en línea, sitios de subastas y otros usuarios comerciales en línea e incluso comercios físicos,² por lo que cobra un porcentaje de comisión y tarifa.
- ebay:** Es un sitio destinado a la subasta de productos a través de Internet. Es uno de los pioneros en este tipo de transacciones, habiendo sido fundado en el año 1995. Desde 2002 y hasta 2015, eBay ha sido propietario de PayPal.
- GAC:** Es la división de ortodoncia del fabricante dental estadounidense Dentsply.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS ALTERNA

Existe diferencia en la degradación de la magnitud de fuerza de las ligas intermaxilares evaluadas en cuatro marcas después de ser sumergidos en saliva artificial.

2.4.2 HIPÓTESIS NULA

No existe diferencia en la degradación de la magnitud de fuerza de las ligas intermaxilares evaluadas en cuatro marcas después de ser sumergidos en saliva artificial.

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE		DEFINICIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA	INSTRUMENTO	ESCALA
DEPENDIENTE	DEGRADACIÓN DE LA FUERZA	Pérdida de la fuerza del elástico intermaxilar después de un determinado tiempo por fatiga del material.	Diferencia de fuerza obtenida en gF después de estirar los elásticos y la medida inicial.	-----	Dinamómetro	Razón
INDEPENDIENTE	TIEMPO DE TRACCIÓN	Tiempo en el cual el elástico está sometido a la tracción estática a una longitud de 03 veces su diámetro.	Tiempo transcurrido desde las 0 horas hasta las 5,10 y 24 h	5 horas 10 horas 24 horas	Cronómetro	Razón
	SALIVA ARTIFICIAL	Medio artificial que sustituye a la saliva, en el cual se colocarán las ligas.	Si los elásticos se encuentran o no sumergidos en saliva artificial		-----	Nominal
	MARCA DE ELÁSTICO	Casa comercial que fabrique y vendan elásticos 3/16" de fuerza media.		GAC	-----	Nominal
				ORMCO		
				G&H		
				AZDENT		

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

- **Experimental in vitro:** Se otorgó condiciones necesarias para manipular las variables independientes y obtener datos determinantes sobre la variable dependiente.
- **Comparativo:** Se evaluó la presencia de diferencias significativas entre las 4 marcas de ligas intermaxilares de látex.

Tomado de la investigación de Gangurde VP, Hazarey VP, Vadgaonkar DV.; y Alavi S. ⁽²³⁾ ⁽²⁴⁾

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población:

Las marcas dentales ORMCO, GAC y G&H que expenden su producto en bolsas de 100 unidades y la marca AZDENT expende en bolsa de 5000 unidades. Las mismas que fueron elegidas por estar entre las más utilizadas comercializadas.

3.2.2 Muestra:

Para la obtención de la muestra utilizaremos la fórmula para comparar medias:

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 * S^2}{d^2}$$

Dónde:

α : Máximo error tipo I

$1 - \alpha/2$: Nivel de confianza a dos colas

$Z_{1 - \alpha/2}$: Valor tipificado

B: Máximo error tipo II

$1 - \beta$: Poder estadístico

$Z_{1 - \beta}$: Valor tipificado

S^2 : Varianza del grupo (promedio de prueba piloto)

d = Diferencia propuesta

n = Tamaño de la muestra de cada grupo

El nivel de confianza se fijó en 0.975; el valor tipificado de α en 1.960; el valor tipificado de β en 0.842 y el poder estadístico en 0.800. El nivel de precisión propuesta fue de 4. La varianza de fijo en 37.21. Se aplicó la fórmula con estos valores obtenidos en la prueba piloto y se obtuvo el tamaño de muestra:

$$n = \frac{2(1.960 + 0.842)^2 * 6.1^2}{4^2}$$

$$n = 36.52$$

En cada grupo se necesitaba por lo menos una muestra de 37 elásticos. Se fijó el número de muestra en 40 elásticos por grupo.

- CRITERIOS DE INCLUSION:
 - Elásticos de látex de 3/16" de fuerza media, del mismo lote y fecha de expiración.
- CRITERIOS DE EXCLUSION:
 - Ligas intermaxilares rotas
 - Ligas intermaxilares pegadas entre si
 - Ligas que presenten algún cambio de color

3.3 PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA

3.3.1 Calibración del investigador

Se realizó un entrenamiento y calibración del investigador por un docente especialista, en la medición de la magnitud de fuerza, donde se obtuvo un nivel de concordancia muy bueno (>0.09). Se realizó una prueba piloto para poder determinar la desviación estándar y con esto poder hallar la cantidad de la muestra.

3.3.1 Procedimiento

Se utilizaron 40 elásticos intermaxilares de látex de 3/16" de fuerza media de cada grupo DENTSPLY, ORMCO, G&H Y AZDENT, haciendo un total de 160 elásticos. Cada elástico fue seleccionado aleatoriamente de paquetes individuales de un mismo lote.

Los elásticos fueron sumergidos en saliva artificial, cuya composición es Potasio cloruro 1.2 g, Potasio dihidrógeno fosfato 0.34 g, sodio cloruro 0.84 g,

calcio cloruro 0.296 g, magnesio cloruro 0.5 g, carboximetilcelulosa 10 g y agua purificada c.s.p.1000 ml.

Se utilizó una estufa de la marca BOECO-germany del laboratorio de bioquímica de la Facultad de Odontología, con el cual se pudo simular la temperatura bucal de 37°. Dentro de la estufa se sumergió un pirex llenada con saliva artificial donde se fueron sumergidas las ligas previamente estiradas en la maqueta. La maqueta constó de 320 pines metálicos (un par para cada elástico), los cuales fueron fijados a una distancia que es tres veces el diámetro interno del elástico de elástico 3/16" llegando a la medida de 14.2 mm (los cuales fueron medidos haciendo uso de un vernier Mitutoyo - Japones para evitar sesgos). Para la medición de la fuerza de los elásticos intermaxilares se utilizó un gramómetro CORREX (suizo).

MEDICIÓN DE FUERZAS:

Primero: Se procedió a medir la fuerza en de cada elástico antes de sumergirlo en saliva artificial, los cuales fueron medidos estirando tres veces su diámetro interno (en un medio seco).

Segundo: Se procedió a sumergir todas las ligas en saliva artificial a 37°C por 05 horas, culminado el tiempo se retiraron y se procedió a medir la fuerza que generaban.

Tercero: Se procedió a sumergir todas las ligas en saliva artificial a 37°C por 10 horas, culminado el tiempo se retiraron y se procedió a medir la fuerza que generaban.

Cuarto: Luego de medirlos, se sumergieron nuevamente hasta cumplir las 24 horas, culminado este tiempo se retiraron y se procedió a medir la fuerza que generaban.

3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

El análisis de resultados fue realizado utilizando una Laptop Toshiba Satellite con procesador Core i3 con sistema operativo Windows 10. Las medidas fueron registradas en una base de datos mediante el programa SPSS versión 23.0, obtenidos de la ficha de recolección de datos. Se llenaron los datos de fuerza correspondientes al número de elástico y marca (GAC, ORMCO, ZADENT y G&H).

3.5 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de fuerza, tiempo y marca fueron procesados empleando el paquete estadístico SPSS 23.0 obteniéndose de ellos tablas y gráficos descriptivos de los valores de cada grupo.

Para poder aplicar la prueba ANOVA de un factor, antes se evaluó el test de normalidad de Shapiro Wilk el cual arrojó un nivel de significancia >0.05 , asumiéndose así la hipótesis nula donde la muestra tendría una distribución normal.

Teniendo valores con distribución normal, se evaluó las diferencias entre los 4 grupos (GAC, ORMCO, AZDENT y G&H) para lo cual se usó la prueba ANOVA de un factor con un nivel de confianza del 95%. Para determinar entre que grupos existe diferencias se usó la prueba pos-hoc de Games Howell, en la que se asume no hay distribución normal de varianzas, debido a que el estadístico de Levene arrojó un valor de significancia <0.05 .

IV. RESULTADOS

De la evaluación del total de 160 elásticos de 4 marcas (GAC, ORMCO, AZDENT y GYH) a intervalos de tiempo de 5, 10 y 24 horas de ser sumergidos en saliva artificial, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

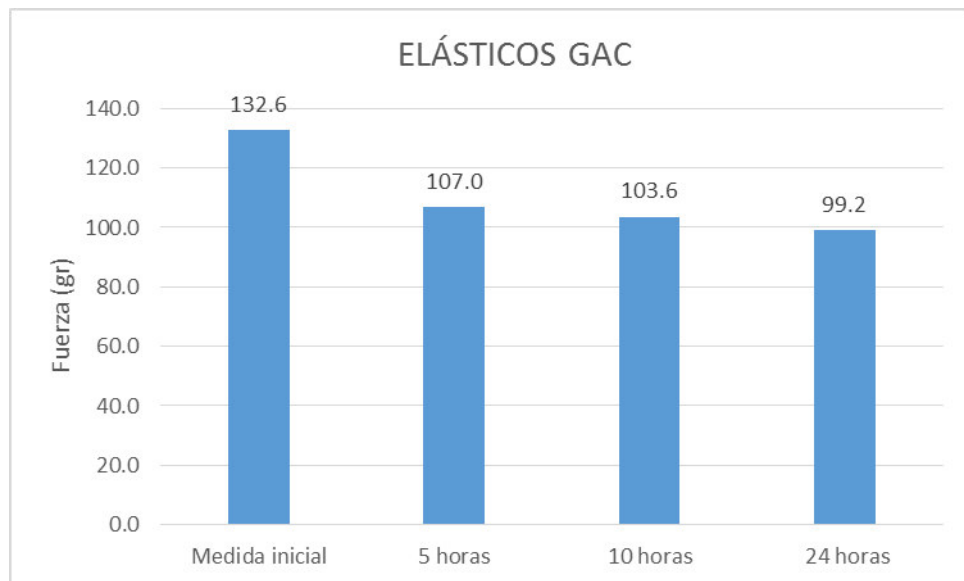
TABLA 1. Fuerza generada por los elásticos de la marca GAC después de 0, 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
GAC	Medida inicial	40.0	120.0	150.0	132.6	7.8	61.5
	5 horas	40.0	90.0	122.5	107.0	9.0	81.8
	10 horas	40.0	85.0	120.0	103.6	8.9	78.8
	24 horas	40.0	80.0	115.0	99.2	8.3	69.7

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca GAC presentaron una fuerza media de 132.6 ± 7.8 gr como medida inicial, 107 ± 9 gr a las 5 horas, 103.6 ± 8.9 gr a las 10 horas y 99.2 ± 8.3 gr a las 24 horas. Evidenciándose una caída en la fuerza al paso del tiempo.

GRÁFICO 1. Fuerza generada por los elásticos de la marca GAC después de 0, 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca GAC presentaron una fuerza media de 132.6 ± 7.8 gr como medida inicial, 107 ± 9 gr a las 5 horas, 103.6 ± 8.9 gr a las 10 horas y 99.2 ± 8.3 gr a las 24 horas. Evidenciándose una caída en la fuerza al paso del tiempo.

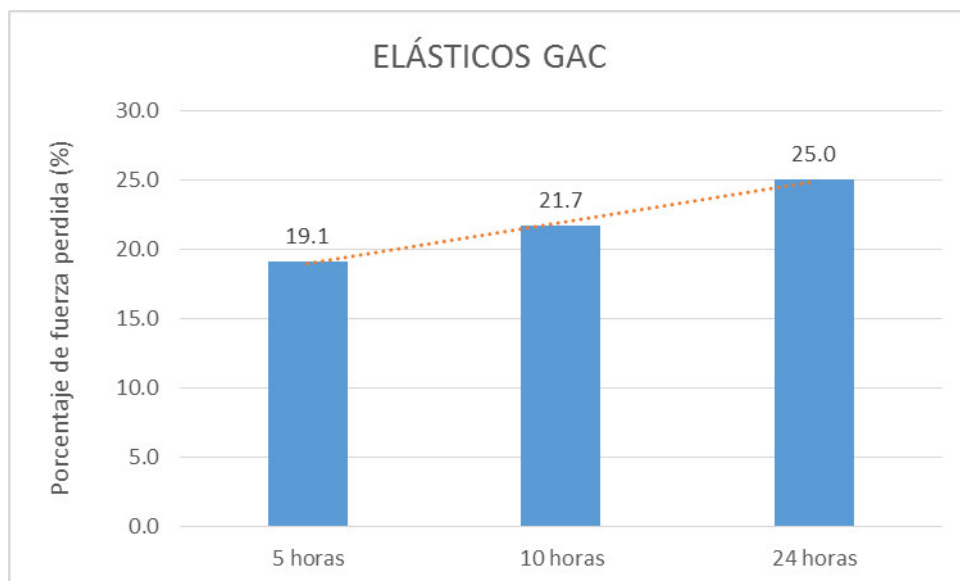
TABLA 2. Degradación de la magnitud de fuerza de los elásticos de la marca GAC después de 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
GAC	5 horas	40.0	0.0	33.9	19.1	7.5	56.4
	10 horas	40.0	4.2	35.7	21.7	7.2	51.6
	24 horas	40.0	10.4	39.3	25.0	7.1	49.7

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca GAC presentaron una pérdida del 19.1% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 21.7% a las 10 horas y 25 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. La mayor degradación de la fuerza fue durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

GRÁFICO 2. Degradación de la magnitud de fuerza de los elásticos de la marca GAC después de 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca GAC presentaron una pérdida del 19.1% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 21.7% a las 10 horas y 25 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. La mayor degradación de la fuerza fue durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

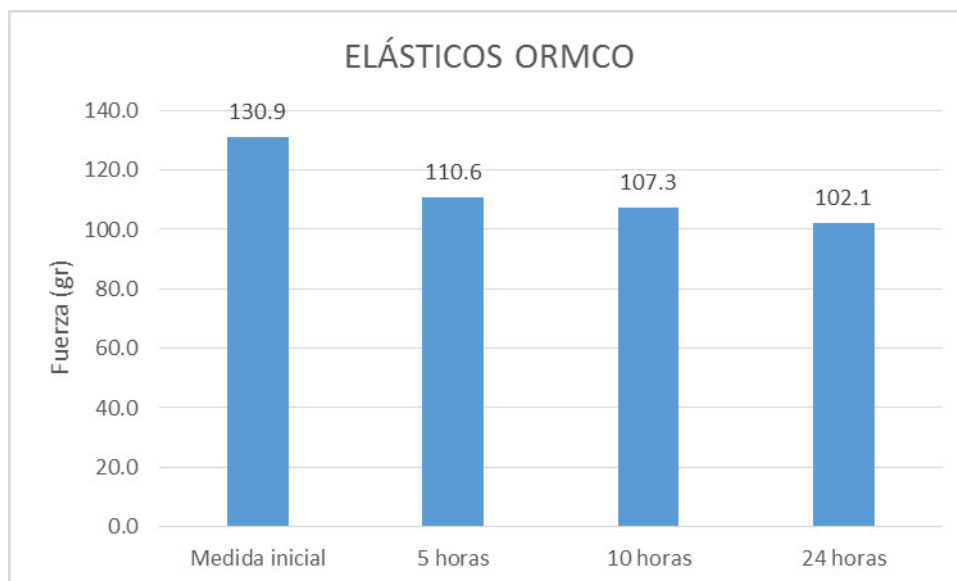
TABLA 3. Fuerza generada por los elásticos de la marca ORMCO después de 0, 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
ORMCO	Medida inicial	40.0	115.0	150.0	130.9	9.8	96.0
	5 horas	40.0	95.0	120.0	110.6	5.9	34.5
	10 horas	40.0	92.5	115.0	107.3	5.5	29.8
	24 horas	40.0	90.0	110.0	102.1	5.7	32.0

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca ORMCO presentaron una fuerza de 130.9 ± 9.8 gr como medida inicial, 110 ± 5.9 gr a las 5 horas, 107.3 ± 5.5 gr a las 10 horas y 102.1 ± 5.7 gr a las 24 horas. Se evidencia una leve caída después de las 5 horas

GRÁFICO 3. Fuerza generada por los elásticos de la marca ORMCO después de 0, 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca ORMCO presentaron una fuerza de 130.9 ± 9.8 gr como medida inicial, 110 ± 5.9 gr a las 5 horas, 107.3 ± 5.5 gr a las 10 horas y 102.1 ± 5.7 gr a las 24 horas. Se evidencia una leve caída después de las 5 horas.

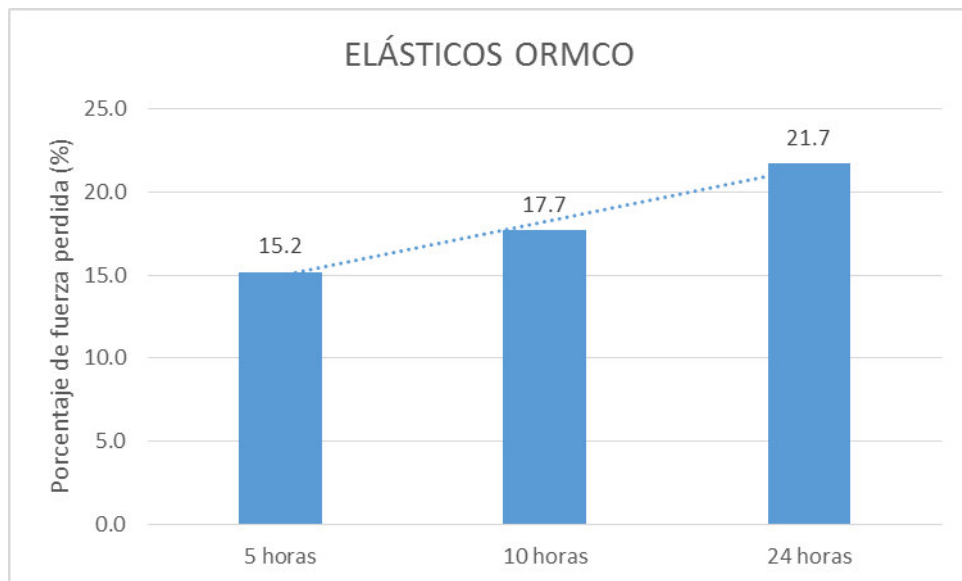
TABLA 4. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca ORMCO después de 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
ORMCO	5 horas	40.0	0.0	28.3	15.2	6.4	40.9
	10 horas	40.0	4.4	30.0	17.7	6.0	35.5
	24 horas	40.0	10.9	35.7	21.7	5.8	33.8

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca ORMCO presentaron una pérdida media del 15.2% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 17.7% a las 10 horas y 21.7 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

GRÁFICO 4. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca ORMCO después de 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca ORMCO presentaron una pérdida media del 15.2% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 17.7% a las 10 horas y 21.7 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

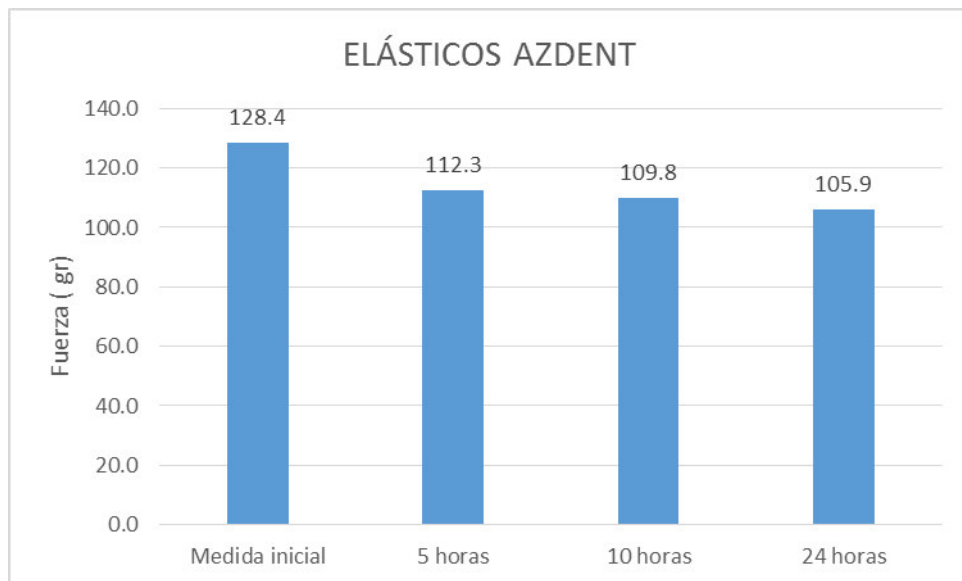
TABLA 5. Fuerza generada por los elásticos de la marca AZDENT después de 0, 5, 10 y 24 horas

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
AZDENT	Medida inicial	40.0	120.0	140.0	128.4	4.3	18.8
	5 horas	40.0	105.0	125.0	112.3	3.8	14.5
	10 horas	40.0	102.5	120.0	109.8	3.6	12.8
	24 horas	40.0	95.0	117.5	105.9	4.4	19.1

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca AZDENT presentaron una fuerza de 128.4 ± 4.3 gr como medida inicial, 112.3 ± 3.8 gr a las 5 horas, 109.8 ± 3.6 gr a las 10 horas y 105.9 ± 4.4 gr a las 24 horas. Evidenciándose una caída en su fuerza al paso del tiempo.

GRÁFICO 5. Fuerza generada por los elásticos de la marca AZDENT después de 0, 5, 10 y 24 horas



Los elásticos de la marca AZDENT presentaron una fuerza de 128.4 ± 4.3 gr como medida inicial, 112.3 ± 3.8 gr a las 5 horas, 109.8 ± 3.6 gr a las 10 horas y 105.9 ± 4.4 gr a las 24 horas. Evidenciándose una caída en su fuerza al paso del tiempo.

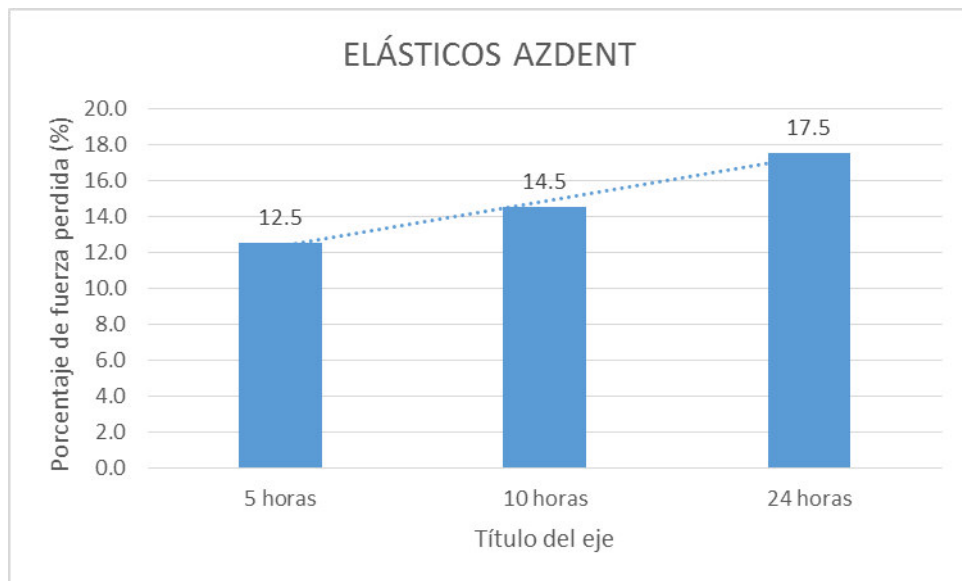
TABLA 6. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca AZDENT después de 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
AZDENT	5 horas	40.0	7.4	17.9	12.5	2.5	6.0
	10 horas	40.0	10.0	18.5	14.5	2.3	5.4
	24 horas	40.0	13.0	24.0	17.5	2.5	6.0

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca AZDENT presentaron una pérdida media del 12.5% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 14.5% a las 10 horas y 17.5 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. La mayor degradación de la fuerza se registró durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

GRÁFICO 6. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca AZDENT después de 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca AZDENT presentaron una pérdida media del 12.5% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 14.5% a las 10 horas y 17.5 % a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. La mayor degradación de la fuerza se registró durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

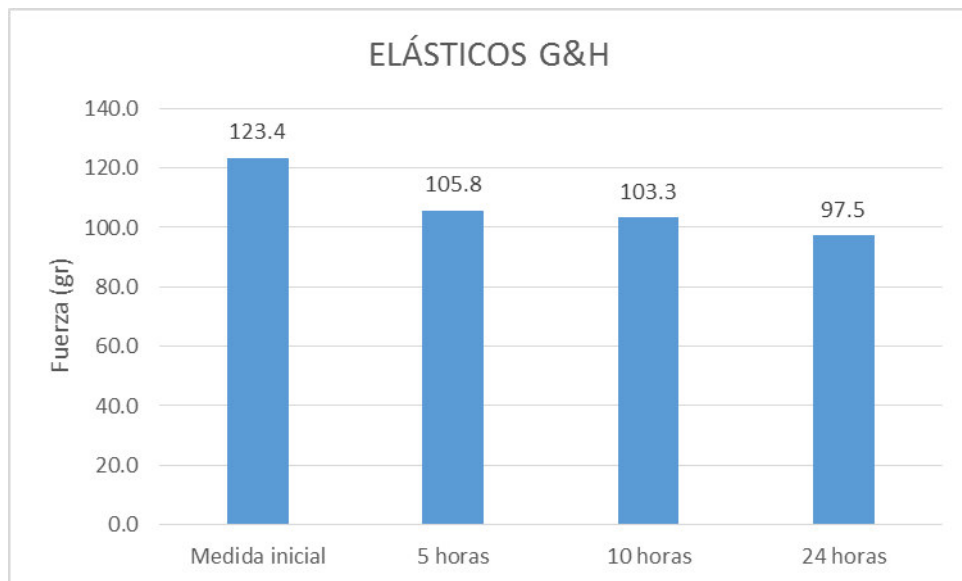
TABLA 7. Fuerza generada por los elásticos de la marca G&H después de 0, 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE							
ELÁSTICO	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
INTERMAXILAR							
G&H	Medida inicial	40.0	110.0	135.0	123.4	7.1	50.9
	5 horas	40.0	90.0	120.0	105.8	8.1	64.8
	10 horas	40.0	87.5	115.0	103.3	7.8	61.3
	24 horas	40.0	82.5	110.0	97.5	6.8	46.2

**DE: Desviación estándar*

La tabla muestra que los elásticos de la marca G&H presentaron una fuerza media de 123.4 ± 7.1 gr como medida inicial, 105.8 ± 8.1 gr a las 5 horas, 103.3 ± 7.8 gr a las 10 horas y 97.5 ± 6.8 gr a las 24 horas. Se observa una disminución con el paso del tiempo.

GRÁFICO 7. Fuerza generada por los elásticos de la marca G&H después de 0, 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca G&H presentaron una fuerza media de 123.4 ± 7.1 gr como medida inicial, 105.8 ± 8.1 gr a las 5 horas, 103.3 ± 7.8 gr a las 10 horas y 97.5 ± 6.8 gr a las 24 horas. Se observa una disminución con el paso del tiempo.

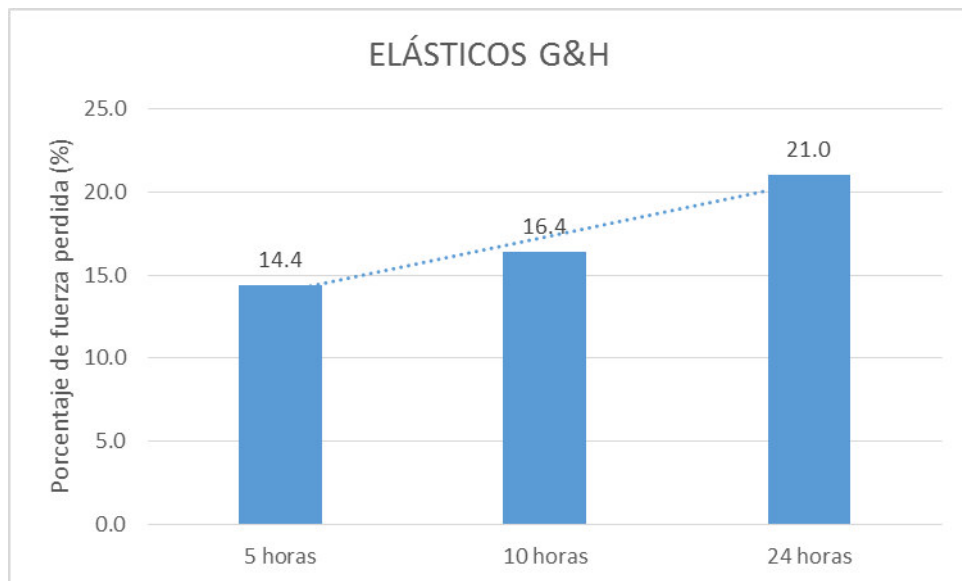
TABLA 8. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca G&H después de 5, 10 y 24 horas.

MARCA DE ELÁSTICO INTERMAXILAR	TIEMPO	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DE	VARIANZA
GYH	5 horas	40.0	7.7	21.7	14.4	3.3	10.9
	10 horas	40.0	10.4	23.9	16.4	3.1	9.8
	24 horas	40.0	15.9	28.3	21.0	3.1	9.4

**DE: Desviación estándar*

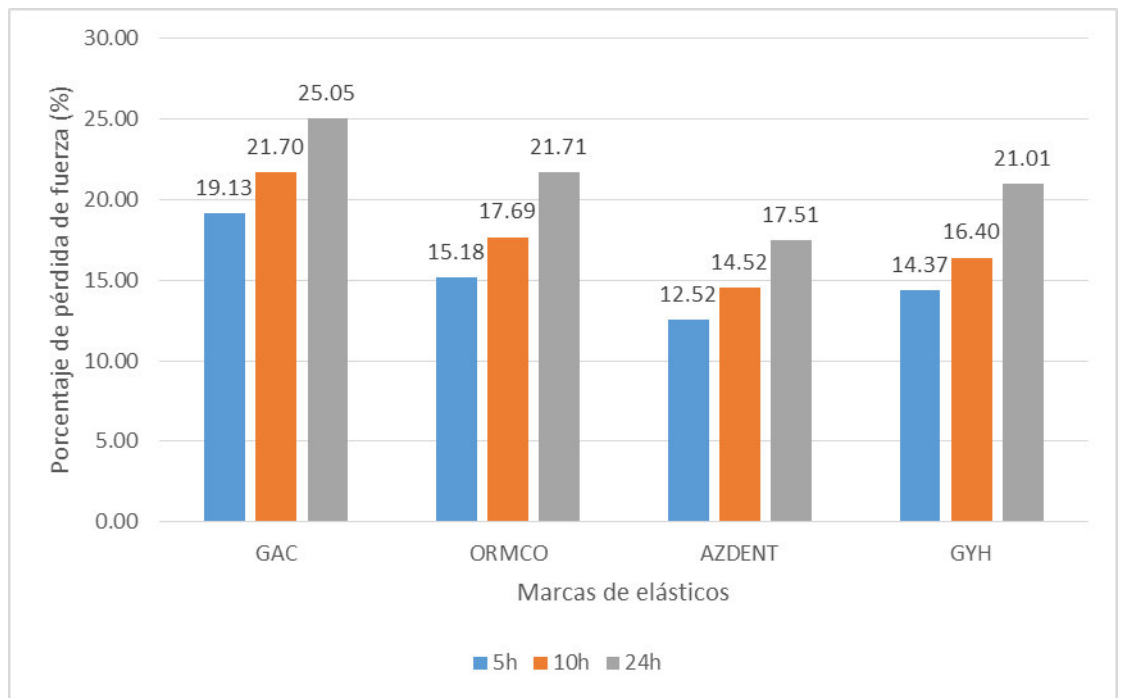
La tabla muestra que los elásticos de la marca G&H presentaron una pérdida media del 14.4% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 16.4% a las 10 horas y 21% a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

GRÁFICO 8. Porcentaje de fuerza perdida por los elásticos de la marca G&H después de 5, 10 y 24 horas.



Los elásticos de la marca G&H presentaron una pérdida media del 14.4% de su fuerza inicial durante las 5 primeras horas, 16.4% a las 10 horas y 21% a las 24 horas después de ser sometidos a tracción estática bajo condiciones orales de humedad y temperatura. Se registró la mayor degradación de la fuerza durante las 5 primeras horas, incrementándose con el paso del tiempo.

GRÁFICO 9. Comparación de la pérdida de fuerza porcentual en los diferentes intervalos de tiempo entre las cuatro marcas de elásticos intermaxilares.



En el gráfico de barras se puede observar que todas las marcas evidencian un incremento en la pérdida de fuerza en los intervalos evaluados (5h, 10h y 24h). La marca GAC presentó un mayor porcentaje de pérdida de fuerza comparado con las demás marcas en todos los tiempos evaluados.

4.2 RESULTADOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA FUERZA DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO ENTRE LAS MARCAS GAC, OMRCO, AZDENT Y G&H.

TABLA 9. Comparación de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZADENT y G&H después de transcurrido las 5 horas.

Fuerza perdida (%)						
Tiempo	Marca de elásticos	N	Media	Desviación típica	Valor p	CV
5 horas	GAC	40	19.13	7.51	.000	39.27
	ORMCO	40	15.18	6.40		42.15
	AZDENT	40	12.52	2.46		19.61
	GYH	40	14.37	3.30		22.93

**Prueba ANOVA de un factor ($p= 1.61E-06$)*

**CV: Coeficiente de variación*

Se determinó que existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre el porcentaje de degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares y las 4 marcas.

TABLA 10. Comparaciones múltiples de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZADENT y G&H después de transcurrido las 5 horas.

Marca de elástico		Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
GAC	ORMCO	1.560	.06	-.1469	8.0484
	AZDENT	1.249	.00	3.2809	9.9351
	GYH	1.297	.00	1.3172	8.1953
ORMCO	GAC	1.560	.06	-8.0484	.1469
	AZDENT	1.083	.08	-.2216	5.5361
	GYH	1.138	.89	-2.2037	3.8147
AZDENT	GAC	1.249	.00	-9.9351	-3.2809
	ORMCO	1.083	.08	-5.5361	.2216
	GYH	0.650	.03	-3.5608	-.1427
GYH	GAC	1.297	.00	-8.1953	-1.3172
	ORMCO	1.138	.89	-3.8147	2.2037
	AZDENT	0.650	.03	.1427	3.5608

**Prueba post Hoc de Games-Howell*

La prueba de Games-Howell determinó que existe diferencia significativa en los resultados de degradación de fuerza después de transcurrido 5 horas entre los grupos GAC/AZDENT, GAC/G&H y AZDENT/G&H. La comparación entre el resto de grupos se determinó que no existen diferencias significativas ($p>0.05$).

TABLA 11. Comparación de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZADENT y G&H después de transcurrido las 10 horas.

Fuerza perdida (%)						
Tiempo	Marca de elásticos	N	Media	Desviación típica	Valor p	CV
10 horas	GAC	40	21.70	7.19	.000	33.12
	ORMCO	40	17.69	5.96		33.68
	AZDENT	40	14.52	2.31		15.94
	GYH	40	16.40	3.13		19.07

**Prueba ANOVA de un factor (p= 2.32E-08)*

**CV: Coeficiente de variación*

Se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el porcentaje de degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares y las 4 marcas.

TABLA 12. Comparaciones múltiples de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZDENT y G&H después de transcurrido las 10 horas.

Marca de elástico		Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
GAC	ORMCO	1.476	.04	.1322	7.8868
	AZDENT	1.194	.00	3.9999	10.3581
	GYH	1.239	.00	2.0094	8.5816
ORMCO	GAC	1.476	.04	-7.8868	-.1322
	AZDENT	1.010	.01	.4852	5.8538
	GYH	1.064	.62	-1.5263	4.0983
AZDENT	GAC	1.194	.00	-10.3581	-3.9999
	ORMCO	1.010	.01	-5.8538	-.4852
	GYH	0.615	.02	-3.5011	-.2659
GYH	GAC	1.239	.00	-8.5816	-2.0094
	ORMCO	1.064	.62	-4.0983	1.5263
	AZDENT	0.615	.02	.2659	3.5011

**Prueba post Hoc de Games-Howell*

La prueba de Games-Howell determinó que existe diferencia significativa en los resultados de degradación de fuerza después de transcurrido 5 horas entre los grupos GAC/ORMCO, GAC/AZDENT, GAC/G&H, ORMCO/AZDENT y AZDENT/G&H. La comparación entre el resto de grupos se determinó que no existen diferencias significativas ($p>0.05$).

TABLA 13. Comparación de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZADENT y G&H después de transcurrido las 24 horas.

Fuerza perdida (%)						
Tiempo	Marca de elásticos	N	Media	Desviación típica	Valor p	CV
24 horas	GAC	40	25.05	7.05	.000	28.15
	ORMCO	40	21.71	5.81		26.77
	AZDENT	40	17.51	2.45		14.02
	GYH	40	21.01	3.07		14.60

**Prueba ANOVA de un factor (p= 7.45E-09)*

**CV: Coeficiente de variación*

Se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el porcentaje de degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares y las 4 marcas.

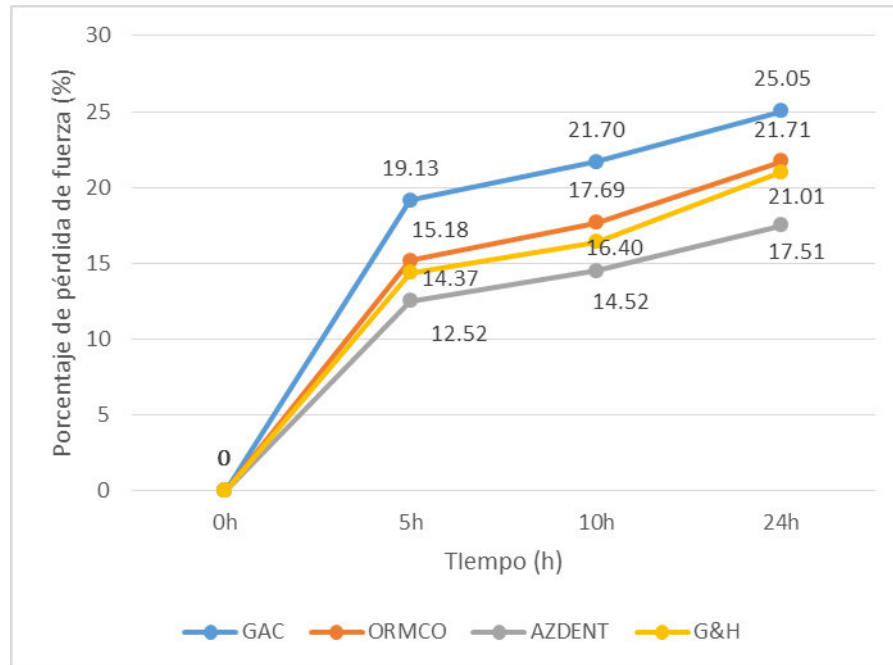
TABLA 14. Comparaciones múltiples de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZADENT y G&H después de transcurrido las 24 horas.

Marca de elástico		Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
GAC	ORMCO	1.445	.11	-.4608	7.1303
	AZDENT	1.180	.00	4.3988	10.6802
	GYH	1.216	.01	.8072	7.2558
ORMCO	GAC	1.445	.11	-7.1303	.4608
	AZDENT	0.997	.00	1.5586	6.8509
	GYH	1.039	.91	-2.0498	3.4433
AZDENT	GAC	1.180	.00	-10.6802	-4.3988
	ORMCO	0.997	.00	-6.8509	-1.5586
	GYH	0.621	.00	-5.1403	-1.8757
GYH	GAC	1.216	.01	-7.2558	-.8072
	ORMCO	1.039	.91	-3.4433	2.0498
	AZDENT	0.621	.00	1.8757	5.1403

**Prueba post Hoc de Games-Howell*

La prueba de Games-Howell determinó que existe diferencia significativa en los resultados de degradación de fuerza después de transcurrido 24 horas entre los grupos GAC/G&H, GAC/AZDENT, ORMCO/AZDENT y AZDENT/G&H. La comparación entre el resto de grupos se determinó que no existen diferencias significativas ($p>0.05$).

GRÁFICO 10. Gráfico de líneas comparando la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16” entre las marcas GAC, ORMCO, AZDENT y G&H durante el transcurso de las 24 horas.



En el gráfico de líneas se puede observar que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo y el porcentaje de pérdida de fuerza en todas las marcas. Se puede evidenciar una diferencia mayor entre las marcas GAC y AZDENT; y una menor diferencia entre las marcas ORMCO y G&H.

V. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar entre diferentes marcas la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 3/16" de fuerza media. De los resultados se destaca la diferencia encontrada entre las marcas GAC y AZDENT, teniendo la marca GAC una mayor degradación. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre las marcas G&H y ORMCO.

Este estudio se hizo con una muestra de 160 elásticos, para lo cual se realizó un estudio piloto. Se realizó una calibración midiendo el nivel de concordancia interexaminador mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI) pero cabe resaltar que no se usó una cantidad representativa de la muestra. Sin embargo, este estudio solo contempló una distancia que fue 3 veces el diámetro interno del elástico 3/16". Posteriormente se usó el análisis de ANOVA, previamente se halló una distribución normal de los datos, con el cual se obtuvo diferencias entre los grupos. Para finalizar se usó prueba pos hoc de Games Howell, se realizó esta prueba debido a que la prueba de Levene nos dio un valor $p < 0.05$.

En la actualidad existen diversidad de marcas de elásticos intermaxilares los cuales pueden diferir en sus propiedades ya que cada uno posee una manufactura distinta. Una de las diferencias que existe es la degradación en la magnitud de fuerza la que se ve afectada por la humedad, pH, temperatura y la actividad enzimática microbiana. Así lo indican Kanchana y Godfrey (2000)⁽⁶³⁾, Uribe (2004)⁽⁴⁰⁾, Wang T et al. (2007)⁽⁶⁾ y Vecchionacce A (2009)⁽¹⁸⁾. Pero estudios más recientes de Sauget et al. (2011)⁽¹⁹⁾, Lacerda et al. (2012)⁽²⁰⁾, Leao et al. (2013)⁽²²⁾ y Shailaja et al. (2016)⁽³⁰⁾ no encontraron diferencias significativas entre los cambios de pH y la degradación de la fuerza; es así que para simular el medio de la cavidad bucal se utilizó un medio de saliva artificial a pH 7.5 y temperado a 37°C en baño maría digital. Este medio fue separado de las paredes del baño maría ya

que por su composición forman capas de carbonato dentro de la máquina y sobre las resistencias que hay en ella, que con el tiempo sirven de aislante, dando como resultado inestabilidad en la temperatura.

Existen estudios in vitro con modelo experimental dinámico en la que se simula los movimientos bucales como la de Kersey et al. (2003) ⁽¹⁷⁾ y Liu et al. (1993) ⁽⁶⁾ donde encontraron que los movimientos cíclicos provocan una mayor pérdida de fuerza en comparación con la prueba estática en la primera hora, después de 200 ciclos de estiramiento no habían diferencias significativas en la degradación de la fuerza de los elásticos. Es por esto que se elige un modelo experimental estático.

Los elásticos se pueden clasificar según la fuerza que generan, esto se puede obtener al estirar 3 veces el diámetro interno según refiere el fabricante. ⁽⁶⁶⁾ ⁽⁶⁵⁾ ⁽⁶⁴⁾

⁽¹¹⁾ Muchos autores consideran usar esta medida para realizar estudios, además que en la práctica clínica ayuda en la elección del elástico a usar. ⁽¹⁶⁾ ⁽⁵⁴⁾ Es así que para este estudio se midieron las fuerzas a 14mm de distancia, que es 3 veces el diámetro interno de un elástico 3/16".

En este estudio se realizaron mediciones a las 5 horas, 10 horas y 24 horas que son los horarios en los cuales los pacientes realizan el retiro de los elásticos para poder ingerir sus alimentos. Otros estudios como Kersey (2003) ⁽⁵⁵⁾, Wang (2007) ⁽⁶⁾, Farfan RM (2014) ⁽²⁵⁾ y Lacerda DS (2012) ⁽²⁰⁾ evaluaron en muchos más intervalos de tiempo los cuales no concuerdan con el uso habitual de un paciente. No se realizaron estudios después de 24 horas ya que en la práctica clínica los pacientes suelen descartar los elásticos después de 24 horas, y estudios demuestran que no existe una degradación de la fuerza que sea significativa después de las 24 horas. ⁽⁵⁴⁾ ⁽²⁰⁾ ⁽⁶⁾

De los resultados obtenidos en este estudio en las primeras 5 horas fue donde se produjo la mayor pérdida de fuerza, así como lo indican en la mayoría de

estudios.^{(15) (55) (12) (6) (25) (4) (32)} Sauget P et al (2011)⁽¹⁹⁾ encontraron que los elásticos de la marca American orthodontics después de las primeras 4 horas perdieron el 18% de su fuerza inicial y Farfan RM (2014)⁽²⁵⁾ encontró que transcurrido las 6h se produjo una degradación de fuerza del 18.22% en elásticos GAC, similar a lo encontrado en la marca GAC en nuestro estudio. Sin embargo, Fernández PM (2014)⁽⁴⁾ halló que la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos 3/16" de 6 oz a las 5 horas fue de 28.1%, una mayor pérdida de fuerza que lo encontrado en nuestro estudio. Esto difiere a lo indicado por Kersey et al (2003)⁽⁵⁵⁾ el cual menciona que los elásticos más pequeños son susceptibles a tener más pérdida de fuerza.

La degradación de la fuerza para la marca GAC a las 10 horas fue de 21.7% que difiere de la investigación de Fernández PM (2014)⁽⁴⁾ donde encontró que a las 11 horas los elásticos de la marca GAC presentaron una degradación de 33.3%. Fiallos SJ (2016)⁽³¹⁾ encontró una menor degradación en su investigación en la cual las ligas Ortho Organizers tuvo 5,7%, Morelli 8,2% y American Orthodontics 9,3% a las 12h, comparado con lo encontrado en la investigación que fue de 21.7%, 17.69%, 14.52% y 16.4% para las marcas GAC, ORMCO, AZDENT y G&H respectivamente. Cabe resaltar que los resultados de la investigación de Fiallos SJ (2016) difieren en gran medida a los resultados encontrados en otras investigaciones^{(6) (32) (12) (19)}, esta variación en los resultados podría ser atribuida a la sensibilidad del instrumento que se usó para medir la fuerza.

Alavi et al (2014)⁽²⁴⁾ evaluaron la degradación de elásticos de diferentes marcas y encontraron una degradación del 22% para Dentaurum y 19% para Orthotechnology, además Viana et al (2013)⁽²¹⁾ encontraron una degradación del 20% trascurrido 24h. Estos resultados son similares a lo obtenido para las marcas ORMCO y G&H, que fueron 21.71% y 21.01% respectivamente. Otros estudios

obtuvieron un valor promedio de 25.5% similar a lo encontrado en la marca GAC que fue de 25.05 % después de 24h. ^{(12) (19) (32)}

Fernandez JD et al (2011) ⁽⁸⁾ encontraron una degradación del 15% para Morelli, Viana VC (2013) encontró una degradación del 13% para Morelli; resultados similares a lo encontrado para la AZDENT en este estudio. La relación con este estudio al hallar valores de degradación menores que en otras marcas, se podría deber a que las muestras empleadas eran empaques grandes con cantidades mayores a 1000 elásticos, y podría ser que el control de calidad no sea tan eficaz al tener mayor cantidad. Durante la elección de las muestras de los elásticos AZDENT tuvieron mayor cantidad de fallas en la calidad de elásticos que las marcas GAC, G&H y ORMCO. Es por eso que se podría recomendar que, al momento de entregar los elásticos al paciente, si se está usando elásticos cuya presentación contiene una gran cantidad, verificar bien la calidad de los elásticos para que tengan una fuerza uniforme durante su uso o incluso evitar su ruptura.

De lo anterior se puede observar que existe mucha variabilidad en la cantidad de degradación de la fuerza de los elásticos en las diferentes marcas, algunos coinciden y otros difieren. Si bien hubo una gran diferencia entre las marcas GAC y AZDETN, la diferencia entre los grupos G&H y ORMCO fueron mínimas por lo que se recomendaría su uso al ser más estables. La diferencia que se obtuvo entre estos últimos y GAC fue del 5%, el clínico determinará si esta diferencia en la pérdida de fuerza es vital en su biomecánica o no. Es bueno señalar que esta variación en la degradación podría diferenciarse aún más al ser usados en la práctica clínica ya que están expuestos a más factores que en un medio artificial. Pero estos valores podrían ser usados como referencia para tratar de buscar una fuerza ideal en el tratamiento y no hacerlo empíricamente, también podrían ser utilizados para comparar con posibles experimentos clínicos en el futuro.

VI. CONCLUSIONES

- Existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de degradación de la fuerza entre los grupos GAC y AZDENT, GAC y G&H. AZDENT y G&H después de haber transcurrido 5 horas.
- Existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de degradación de la fuerza entre los grupos GAC y ORMCO, GAC y AZDENT, GAC y G&H, ORMCO y AZDENT, AZDENT y G&H después de haber transcurrido 10 horas.
- Existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de degradación de la fuerza entre los grupos GAC y AZDENT, GAC y G&H, ORMCO y AZDENT, AZDENT y G&H después de haber transcurrido 24 horas.
- Los elásticos G&H y ORMCO tuvieron una degradación de fuerza similar durante todos los periodos de tiempo.
- Todas las marcas presentaron una mayor degradación en las primeras 5 horas, siendo la más alta de 19.13% para la marca GAC y la mínima de 12.52% para la marca AZDENT.
- La marca AZDENT presentó una menor degradación en todos los intervalos de tiempo, pero tuvo mayor error en la calidad de los elásticos durante su selección.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios similares utilizando elásticos de látex, de diferente marca y tamaño.
- Se recomienda realizar estudios que evalúen la degradación de la magnitud de fuerza en pruebas in vivo, para contrastar con los datos obtenidos.
- Se recomienda realizar estudios comparando el porcentaje de degradación de elásticos del mismo diámetro, pero de diferentes onzas, debido a su gran variabilidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Orellana O, Mendoza J, Perales S, Marengo H. Estudio descriptivo de todas las investigaciones sobre prevalencia de maloclusiones realizadas en universidades de Lima, Ica y Arequipa. *Odontología SanMarquina*. 2000; 1(5): p. 39-43.
2. PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Health in the Americas 2002 Edition. Scientific and Technical Publication. 2002; II: p. 593.
3. RAMOS M. Comparación de las propiedades mecánicas de tres marcas de arcos ortodónticos de níquel-titanio termoactivados. Estudio in vitro. Tesis. Lima: Universidad Mayor de San Marcos, Lima; 2010.
4. Fernandez PM. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de latex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia. estudio in vitro. TESIS. Lima: Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2014.
5. LEAO J et al. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study. *Appl Oral Sci*. 2013 January; 21(2): p. 145-149.
6. WANG T, ZHOU G, TAN X, DONG Y. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthod*. 2007; 77(5): p. 688-693.
7. FERAT MJ, RUIZ PH. Elásticos Intermaxilares. *Oral Revista*. 2002; 3(11): p. 150:152.
8. Fernandes D, Abrahão G, Elias C, Mendes. Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. *Angle Orthodontist*. 2011; 81(5): p. 812-819.

9. VISHNU GP, VINAY PH, VADGAONKAR VD. A study of force extension and force degradation of orthodontic latex elastics: An in vitro study. APDS Trends in Orthodontics. 2013 November; 3(8).
10. Ipsos. www.paypal.com. [Online].; 2017 [cited 2017 05 30. Available from: www.paypal.com/stories/latam/estudio-ipsospaypal-el-comercio-en-linea-de-latinoamerica.
11. Ibérica de Ortodoncia, S.L.U. <http://www.iberorto.com>. [Online].; 1979 [cited 2017 11 12. Available from: <http://www.iberorto.com/images/productos/intraextraoral/energypack/Elastics-catalog.pdf>.
12. Gioka C, Zinelis S, Eliades T, Eliades G. Orthodontic Latex Elastics: A Force Relaxation Study. Angle Orthodontist. 2006 June; 76(3).
13. KERSEY ML et al. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontics elastics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2003 April; 123(4).
14. FIALLOS SJ. Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro. TESIS. Quito: Universidad Central de Ecuador, Quito; 2016.
15. Kanchana P, Godfrey K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. ; 118: p. 280-287.
16. Russell KA, Milne AD, Khanna RA, Lee JM. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2000 July; 120(1).

17. Kersey ML, Glover KE, Heo G, Raboud D, Major PW. Acomparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Angle Orthodontist*. 2003; 73: p. 181-186.
18. Vecchionacce A. Estudio comparativo in vitro de la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares utilizados en ortodoncia de acuerdo a la marca y medios de almacenamiento húmedos y secos. Tesis. Quito: Universidad de San Francisco de Quito, Departamento de odontologia - post grado; 2009.
19. Sauget P, Stewart K, Katona T. The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. *Angle Orthodontist*. 2011; 81|(6).
20. Lacerda DS, Melo PM, Villela RM. The influence of pH levels on mechanical and biological propertiers of nonlatex and latex elastics. *Angle Orthodontist*. 2012; 82(4).
21. Viana VC et al. In vitro comparison of the force degradation of orthodontic intraoral elastics from different compositions. *RSBO*. 2013 Jan-Mar; 10(1).
22. Leao Filho JC et al. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science*. 2013; 21: p. 145-149.
23. Gangurde VP, Hazarey VP, Vadgaonkar DV. A study of force extension and force degradation of orthodontic latex elastics: An in vitro study. *APOS Trends in Orthodontics*. 2013 November; 3(6).
24. ALAVI S et al. An in vitro comparison of force loss of orthodontic nonlatex elastics. *Journal of dentistry Tehran University of Medical Sciences*. 2014 January ; 11(1).
25. Farfán RM. Degradación de la fuerza de los elásticos. Tesis. Lima: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología; 2014.

26. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Force relaxation of 3/16 inch heavy orthodontic latex elastics used in maxillofacial trauma in simulated jaw fracture situation. Dental Hypotheses. 2014 Oct-Dec; 5(4).
27. KHAN A, SHAHEED S. Comparison of claimed and measured of forces of interarch orthodontic elastics - an in vitro study. POJ. 2015; 7(2).
28. López RN. Estudio In Vitro de la Pérdida de Fuerza Experimentada por los Elásticos de Ortodoncia con Látex y Libres de Látex. Revision de Literatura. Lima: Universidad de Murcia Escuela Internacional de doctorado; 2016 January 13.
29. Rameez AN, Ajit K, Ibrahim AS. Force Degradation of Orthodontic Elastomeric Chain due to Commonly consumed Liquids: An in vitro Study. World Journal of Dentistry. 2015 anuary-March; 6(1): p. 31-38.
30. SHAILAJA AM et al. Assesment of the force decay and the influence of PH levels on three different brands of latex and non-latex orthodontic elastics: An in vitro study. International Journal of Applied Dental Sciences. 2016; 2(2).
31. Fiallos SJ. Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro. Tesis. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Odontología; 2016.
32. Kanchana P. Non-Latex Orthodontic Elastics. Revista del departamento médico de Tailandia. 2016 Diciembre; 41(6).
33. Langlade M. Optimización de los elásticos ortodónticos New York: GAC International Inc; 2000.
34. Canut Brusola J. Ortodoncia Clínica 2da Edición México: Masson; 2000.

35. Baca A. Historia de la Ortodoncia: La ortodoncia desde 1800 hasta Angle: Revista Española de Ortodoncia; 1992.
36. Moris A. et al. In vitro study of the force degradation of latex orthodontic elastics under dynamic condtions. Revista Dental Press de Ortodoncia e Ortopedia Facial. 2009; 14: p. 95-108.
37. Kamisetty et al. Elasticity in Elastics-An in-vitro study. Journal of International Oral Health. 2014; 6: p. 96-105.
38. Laquihuanaco G, Nole S. Estructura de elastómeros. Ligaduras elastoméricas y cadenas. Tesis. Perú: Universidad Cayetano Heredia; 2012.
39. Quarteroli S. Producción y propiedades químicas del caucho en clones de Hevea según los estados fenológicos. Scielo. 2012 Agosto; 47(8): p. p.1066-1068.
40. Uribe Restrepo G. Ortodoncia Teoría y Clínicas. Primera ed. Medellin: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2004.
41. Fernández TA. Vulcanización de elastómeros con peróxidos orgánicos. Tesis doctoral. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID , Departamento de Química Física ; 2010.
42. Jastrzebski ZD. The nature and properties of engineering materials. Tercera ed.: New York: John wiley & sons; 1987.
43. Rosen SL. Fundamental principles of polymeric materials. Segunda ed.: New York: John Wiley & Sons; 1993.
44. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: Part2. Current and projected future developments in materials and biocompatibility. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2007; 131(253).

45. OrmcoCorporation. www.ormco.com. [Online]. [cited 2017 11 12. Available from: <https://ormco.com/download/Quicklink-CR-07>.
46. Rodriguez E, Casasa R. Ortodoncia contemporánea Diagnóstico y tratamiento. Primera ed.: Actualidades médico odontológicas - Latinoamérica.
47. Aljhani AS, Aldress AM. The effect os static and dynamic testing on orthodontic latex and non-latex elastics. *Orthodontic waves*. ; 69: p. 117-122.
48. Langlade M. Terapeutica ortodontica. Tercera ed. Brasil: SANTOS; 1985.
49. Reitan K. Some factors determining the evaluation of force in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. ; 43: p. 32-45.
50. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimus force magnitude for orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Angle Orthodontic*. 2003; 733: p. 86-92.
51. Medrano S. Pérdida de fuerza de los elásticos de uso intraoral en ortodoncia. Tesis doctoral. Oviedo: Universidad de Oviedo, Departamento de cirugía y especialidades médico-quirúrgicas; 2008.
52. Konoo T, Kim YJ, Gu GM, King GJ. Intermittent force in orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*. 2001; 80: p. 457-460.
53. Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part ii. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *American Journal od Orthodontic*. 2009; 126(8).
54. Bishara SE, Andreasen GF. A comparison of time related forces between plastic. *Angle Orthodontist*. 1970; 40: p. 319-328.

55. Kersey ML, Glover KE, Heo G, Raboud D, Major PW. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics*. 2003; 123: p. 401-407.
56. Lariato LB, Wilson A, Pacheco W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em ortodontia. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*. 2006; 5(1): p. 44-57.
57. Wong A. Orthodontic Elastic materials. *Angle Orthodontic*. 1976; 46(2): p. 196-205.
58. Gil M, Barriga F, Pérez J. Alergia al látex en los trabajadores sanitarios - Vigilancia de la salud. *Medicina y Seguridad del Trabajo*. 2007; 53(3): p. 1-9.
59. Matheu V et al. Alergia al látex en el servicio de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2006; 18(1): p. 94-100.
60. Martins M, Moraes A, Oliveira A, Andrade M, Ferreira V, Sá S. Estudo comparativo entre as diferentes cores de ligaduras elásticas. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2006; 11(4): p. 81-90.
61. SINGH VP et al. Elastics in orthodontics: a review. *Health Renaissance*. 2012 January-April; 10(1): p. 49-56.
62. Joaib D. Avaliação da degradação de elásticos ortodônticos intraorais de látex.. Tesis de mestria. Universidad del estado de Rio de Janeiro; 2009.
63. KANCHANA P, GODFREY K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. *America Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000 September; 118(3).
64. Dentoshop. Dentoshop.pe. [Online]. [cited 2017 11 12. Available from: <http://www.dentoshop.pe/categories/elasticos-intraorales>.

65. American Orthodontics. Americanortho. [Online].; 2015 [cited 2017 11 12. Available from: <http://www.americanortho.com/downloads/catalog/AO-CATALOGO-Spanish.pdf>.
66. 3M. www.3MUnitek.com. [Online]. [cited 2017 11 12. Available from: http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1435155084000&locale=es_ES&assetType=MMM_Image&assetId=1361882038864&blobAttribute=ImageFile.
67. Morelli Ortodontia. www.morelli.com.br. [Online].; 1980 [cited 2017 11 12. Available from: http://static.morelli.com.br/arquivos/instrucoesuso/InstrucaoUso_6.pdf.
68. G&H® Orthodontics. www.ghorthodontics.com. [Online]. [cited 2017 11 12. Available from: <https://www.ghorthodontics.com/pdf/gh-catalog.pdf>.
69. Henan Baistra Industries Corp. Alibaba.com. [Online]. [cited 2017 11 12. Available from: https://baistramed.en.alibaba.com/productgroupdetail-802355737-1/Orthodontic_Elastic.html?spm=a2700.8304367.costd19dbc.5.5585825eiGtVQf&isGallery=Y.

IX. ANEXOS

ANEXO 1

CALIBRACIÓN:

Valores obtenidos de la calibración:

DOCENTE ESPECIALISTA	INVESTIGADOR
145	145
145	140
145	145
125	127.5
112.5	115
130	125
125	130
130	130
130	125
135	130
130	130
120	122.5
135	130
145	145
140	137.5
125	125
130	125
130	130
145	145

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE

	Correlación intraclass	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.952 ^a	.895	.979	40.776	24	24	.000
Medidas promedio	.975 ^c	.944	.989	40.776	24	24	.000

Valoración de la correlación

VALOR DE CCI	FUERZA DE CORRELACIÓN
>0.90	Muy buena
0.71-0.90	Buena
0.51-0.70	Moderada
0.31-0.50	Mediocre
<0.30	Mala o nula

ANEXO 2

ESTUDIO PILOTO

La muestra para el estudio piloto estuvo conformada de manera aleatoria siguiendo los criterios de inclusión y fue de 10 elásticos por grupo y por medición de tiempo, que hicieron un total de 40 elásticos. Primero se midió la fuerza inicial de los elásticos y luego fueron montados sobre los pines donde permanecieron estirados por 5,10 y 24 horas antes de la lectura de fuerza, todos sumergidos en saliva artificial. Los resultados se obtuvieron en grF y a partir de estos valores se determinó el porcentaje de degradación de la fuerza.

Elásticos GAC – Tabla de porcentaje de degradación de la fuerza

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
GAC5H	10	88.89	90.74	89.9750	.53265	.284
GAC10H	10	75.86	88.46	83.6710	3.17144	10.058
GAC24H	10	65.52	84.62	76.1210	6.09994	37.209

Elásticos ORMCO – Tabla de porcentaje de degradación de la fuerza

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
ORMCO5H	10	88.89	96.00	91.0650	1.99644	3.986
ORMCO10H	10	82.76	88.00	85.5820	1.76023	3.098
ORMCO24H	10	66.67	92.00	78.5830	7.16173	51.290

Elásticos AZDENT – Tabla de porcentaje de degradación de la fuerza

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
AZDENT5H	10	88.89	92.31	90.7740	1.27242	1.619
AZDENT10H	10	84.00	88.00	86.0490	1.49233	2.227
AZDENT24H	10	80.77	87.50	83.4900	2.00168	4.007

Elásticos G&H – Tabla de porcentaje de degradación de la fuerza

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
GYH5H	10	87.04	97.92	91.0640	4.00468	16.037
GYH10H	10	84.62	90.48	86.7670	1.99801	3.992
GYH24H	10	79.17	83.33	81.2890	1.58434	2.510

ANEXO 3

PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Marca de elástico intermaxilar		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
GAC	Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	.983	40	.797
	Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	.978	40	.600
	Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	.979	40	.653
ORMCO	Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	.978	40	.607
	Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	.981	40	.734
	Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	.980	40	.682
AZDENT	Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	.956	40	.119
	Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	.954	40	.103
	Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	.971	40	.394
GYH	Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	.964	40	.237
	Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	.970	40	.366
	Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	.968	40	.305

ANEXO 4

HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS – ESTADÍSTICO DE LEVENE

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	12.569	3	156	.000
Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	13.939	3	156	.000
Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	13.452	3	156	.000

ANOVA DE UN FACTOR

Descriptivos									
		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
5hrs	GAC	40	19.1290	7.51108	1.18761	16.7268	21.5312	0.00	33.93
	ORMCO	40	15.1783	6.39720	1.01149	13.1323	17.2242	0.00	28.33
	AZDENT	40	12.5210	2.45515	0.38819	11.7358	13.3062	7.41	17.86
	GYH	40	14.3728	3.29586	0.52112	13.3187	15.4268	7.69	21.74
	Total	160	15.3003	5.81981	0.46010	14.3916	16.2089	0.00	33.93
10hrs	GAC	40	21.6953	7.18589	1.13619	19.3971	23.9934	4.17	35.71
	ORMCO	40	17.6858	5.95681	0.94185	15.7807	19.5908	4.35	30.00
	AZDENT	40	14.5163	2.31364	0.36582	13.7763	15.2562	10.00	18.52
	GYH	40	16.3998	3.12670	0.49437	15.3998	17.3997	10.42	23.91
	Total	160	17.5743	5.66173	0.44760	16.6902	18.4583	4.17	35.71
24hrs	GAC	40	25.0450	7.05068	1.11481	22.7901	27.2999	10.42	39.29
	ORMCO	40	21.7103	5.81078	0.91877	19.8519	23.5686	10.87	35.71
	AZDENT	40	17.5055	2.45354	0.38794	16.7208	18.2902	12.96	24.00
	GYH	40	21.0135	3.06784	0.48507	20.0324	21.9946	15.91	28.26
	Total	160	21.3186	5.61015	0.44352	20.4426	22.1945	10.42	39.29

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Porcentaje de fuerza residual después de 5 horas	Inter- grupos	930.348	3	310.116	10.859	.000
	Intra- grupos	4455.006	156	28.558		
	Total	5385.354	159			
Porcentaje de fuerza residual después de 10 horas	Inter- grupos	1109.036	3	369.678	14.462	.000
	Intra- grupos	3987.745	156	25.562		
	Total	5096.781	159			
Porcentaje de fuerza residual después de 24 horas	Inter- grupos	1146.891	3	382.297	15.461	.000
	Intra- grupos	3857.444	156	24.727		
	Total	5004.335	159			

ANEXO 5**TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - ORMCO**

N° DE ELÁSTICO	MEDIDA DE FUERZA EN GRAMOS			
	INICIAL	5h	10h	24h
E01				
E02				
E03				
E04				
E05				
E06				
E07				
E08				
E09				
E10				
E11				
E12				
E13				
E14				
E15				
E16				
E17				
E18				
E19				
E20				
E21				
E22				
E23				
E24				
E25				
E26				
E27				
E28				
E29				
E30				
E31				
E32				
E33				
E34				
E35				
E36				
E37				
E38				
E39				
E40				

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - AZDENT

N° DE ELÁSTICO	MEDIDA DE FUERZA EN GRAMOS			
	INICIAL	5h	10h	24h
E01				
E02				
E03				
E04				
E05				
E06				
E07				
E08				
E09				
E10				
E11				
E12				
E13				
E14				
E15				
E16				
E17				
E18				
E19				
E20				
E21				
E22				
E23				
E24				
E25				
E26				
E27				
E28				
E29				
E30				
E31				
E32				
E33				
E34				
E35				
E36				
E37				
E38				
E39				
E40				

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - GAC

N° DE ELÁSTICO	MEDIDA DE FUERZA EN GRAMOS			
	INICIAL	5h	10h	24h
E01				
E02				
E03				
E04				
E05				
E06				
E07				
E08				
E09				
E10				
E11				
E12				
E13				
E14				
E15				
E16				
E17				
E18				
E19				
E20				
E21				
E22				
E23				
E24				
E25				
E26				
E27				
E28				
E29				
E30				
E31				
E32				
E33				
E34				
E35				
E36				
E37				
E38				
E39				
E40				

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – G&H

N° DE ELÁSTICO	MEDIDA DE FUERZA EN GRAMOS			
	INICIAL	5h	10h	24h
E01				
E02				
E03				
E04				
E05				
E06				
E07				
E08				
E09				
E10				
E11				
E12				
E13				
E14				
E15				
E16				
E17				
E18				
E19				
E20				
E21				
E22				
E23				
E24				
E25				
E26				
E27				
E28				
E29				
E30				
E31				
E32				
E33				
E34				
E35				
E36				
E37				
E38				
E39				
E40				